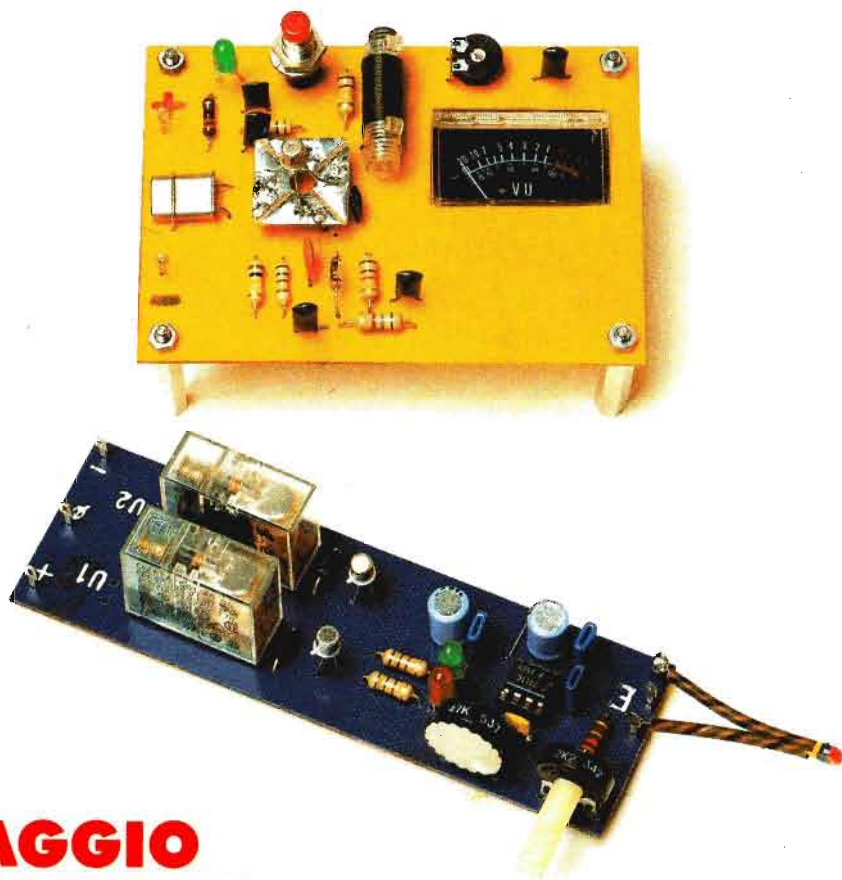
ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI DI ELETTRONICA - RADIO - CB - 27 MHz

PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3°/70 - ANNO XX - N. 2 - FEBBRAIO 1991
ED. ELETTRONICA PRATICA - VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO - TEL. 02/6697945
L. 5.000

PRIMI PASSI DIAC E TRIAC

FET E MOSFET ANALIZZATI SELEZIONATI

PILOTAGGIO FOTOTERMICO

CON DUE RELE'

STRUMENTI DI MISURA

MULTIMETRO DIGITALE
MOD. TS 280 D - L. 132.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate - Visualizzatore cristallo liquido a 3½ cifre altezza mm 12,5 montato su elastomeri - Integrati montati su zoccoli professionali - Batteria 9 V - Autonomia 1000 ore per il tipo zinco carbone, 2000 ore per la batteria alcalina - Indicatore automatico di batteria scarica quando rimane una autonomia inferiore al 10% - Fusibile di protezione - Bassa portata ohmmetrica (20 Ω) - 10 A misura diretta in D.C. e A.C. - Cicalino per la misura della continuità e prova diodi - Boccole antinfortunistiche - Dimensione mm 170 x 87 x 42 - Peso Kg 0,343

PORTATE

VOLT D.C	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 750 V
OHM	=	20 Ω - 200 Ω - 2 KΩ - 20 KΩ - 200 KΩ - 2 MΩ - 20 MΩ
AMP. D. C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A
AMP. A.C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e distinta dei componenti - Puntali antinfortunistici - Coccodrilli isolati da avvitare sui puntali.

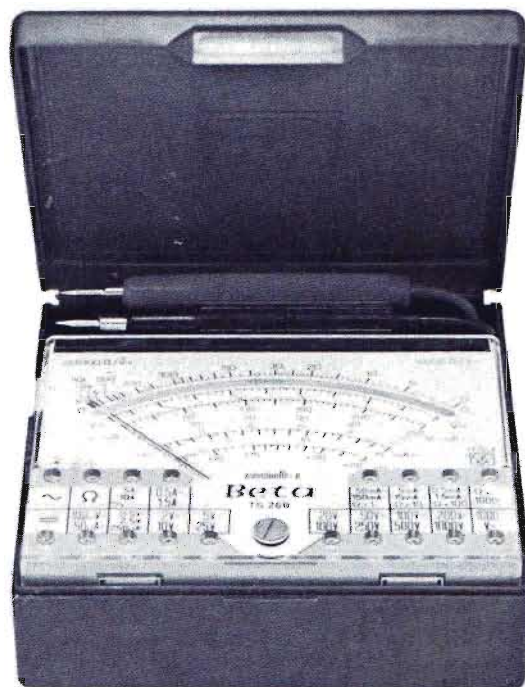
TESTER ANALOGICO
MOD. TS 260 - L. 62.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate

Sensibilità	:	20.000 Ω/V D.C. - 4.000 Ω/V A.C.
Dimensioni	:	mm 103 x 103 x 38
Peso	:	Kg 0,250
Scala	:	mm 95
Pile	:	2 elementi da 1,5 V

2 Fusibili
Spinotti speciali contro le errate inserzioni

PORTATE

VOLT D.C	=	100 m V - 0,5 V - 2 V - 5 V - 20 V - 50 V - 100 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	2,5 V - 10 V - 25 V - 100 V - 250 V - 500 V - 1000 V
OHM	=	Ω x 1 - Ω x 10 - Ω x 100 - Ω x 1000
AMP. D.C.	=	50 μA - 500 μA - 5 mA - 50 mA - 0,5 A - 5 A
AMP. A.C.	=	250 μA - 1,5 mA - 15 mA - 150 mA - 1,5 A - 10 A
CAPACITÀ	=	0 ÷ 50 μF - 0 ÷ 500 μF (con batteria interna)
dB	=	22 dB - 30 dB - 42 dB - 50 dB - 56 dB- 62 dB

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e parti accessorie - Puntali

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

L'EDITRICE RINGRAZIA

Ogni mese, questa pagina della rivista rimane assegnata al primo contatto, alla virtuale stretta di mano con il Lettore, cui il corpo redazionale anticipa qualche notizia, espone alcune riflessioni, definisce scelte e programmi editoriali. Ovviamente, dopo aver ascoltato ed analizzato, nell'arco di tempo che separa l'uscita della pubblicazione da quella precedente, suggerimenti, pareri, consensi ed anche dissensi. Dunque, nell'attuale appuntamento mensile, in seguito al soddisfacente numero di abbonamenti raccolti, vogliamo ringraziare coloro che, attraverso questa forma indiretta di approvazione dell'indirizzo tecnico didattico fin qui perseguito, hanno dimostrato di voler sostenere, nel presente e nel futuro, i nostri molteplici impegni, per incrementare ogni reale energia da finalizzare al consolidamento dell'impresa. Ma un doveroso ringraziamento va pure rivolto a quanti, pur essendo fermamente intenzionati a farlo, non sono ancora riusciti, per vari motivi, a comunicarci le loro gradite adesioni. Perché anche costoro rappresentano per noi una potenziale ricchezza, una forza viva dell'elettronica dilettantistica, che ci inorgoglisce e sprona a rimanere sempre più determinati ed operosi.

NORME DI ABBONAMENTO

Quote valevoli per tutto il 1991

PER L'ITALIA L. 50.000

PER L'ESTERO L. 60.000

La durata dell'abbonamento è annuale, con decorrenza da qualsiasi mese.

Per sottoscrivere un nuovo abbonamento, o rinnovare quello scaduto, basta inviare l'importo a:

ELETTRONICA PRATICA

VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO

servendosi di vaglia postale, assegno bancario o circolare, oppure tramite c.c.p. N. 916205. Si prega di scrivere con la massima chiarezza, possibilmente in stampatello, citando con grande precisione: cognome, nome, indirizzo e data di decorrenza dell'abbonamento.

ABBONARSI: significa acquisire il diritto a ricevere in casa propria, tramite i servizi postali di Stato, tutti i fascicoli mensili editi nel corso dell'anno.

ABBONARSI: vuol dire risparmiare sulla corrispondente spesa d'acquisto del periodico in edicola. Soprattutto perché si blocca il prezzo iniziale di copertina nel tempo di dodici mesi.

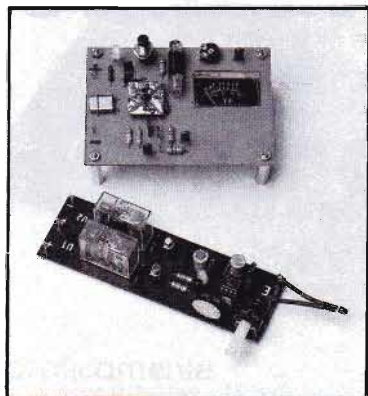
È possibile sottoscrivere l'abbonamento o rinnovare quello scaduto direttamente presso la nostra sede:

ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - TEL. 6697945

ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE DI ELETTRONICA - ANNO 20 - N. 2 FEBBRAIO 1991

LA COPERTINA - Riproduce gli apparati di grande interesse descritti nelle prime pagine del presente fascicolo: quello per il pilotaggio fototermico di due relè separati e l'altro per l'analisi e la selezione di transistor fet e mosfet.

Sommario

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

disegno tecnico
CORRADO EUGENIO

stampa
TIMEC
ALBAIRATE - MILANO

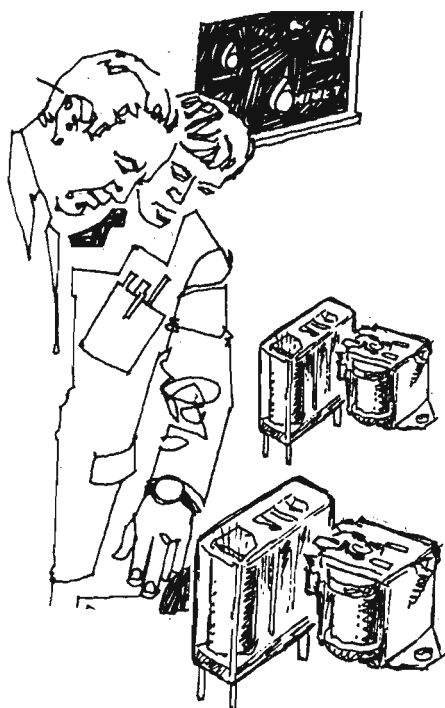
Distributore esclusivo per l'Italia:
A.&G. Marco - Via Fortezza n. 27 - 20126 Milano tel. 25261 autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-12-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

UNA COPIA L. 5.000

ARRETRATO L. 5.000

I FASCICOLI ARRETRATI DEBBONO ESSERE RICHIESTI ESCLUSIVAMENTE A:
ELETTRONICA PRATICA
Via Zuretti, 52 - 20125 MILANO

DIREZIONE - AMMINISTRAZIONE - PUBBLICITÀ - VIA ZURETTI 52 - 20125 MILANO

20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - Telefono (02) 6697945

PILOTAGGIO FOTOTERMICO CON DUE RELE'

Il funzionamento del dispositivo presentato e descritto in questa sede, si può riassumere in poche parole. Quando un sensore, proponibile tramite una fotoresistenza o un termistore, avverte una variazione di luminosità o temperatura, al di là dei limiti di una gamma prefissata, il punto di lavoro di un circuito elettronico, presieduto da un integrato operazionale, collegato nella configurazione a trigger, perde il suo naturale equilibrio ed eccita uno dei due relè presenti in uscita. Dunque, al superamento di una soglia di temperatura o luminosità, positiva o negativa, due relè, che agiscono indipendentemente l'uno dall'altro, provvedono ad attivare, o disattivare, con i loro contatti, altrettanti circuiti di carico, automaticamente e senza alcun intervento da parte di chicchessia.

Le variazioni di temperatura o luminosità, segnalate da un termistore o una fotoresistenza, alterano il comportamento circuitale di un integrato, che attiva un relè di minimo oppure uno di massimo, assolutamente indipendenti fra loro.

Il lettore, che ha ora assimilato il principio di funzionamento dell'apparato, si chiederà quali potevano essere i motivi che hanno indotto i nostri tecnici a progettare un siffatto circuito, quando sarebbe bastato servirsi di un solo relè, dotato di un certo numero di scambi, per pilotare o, comunque, tenere sotto controllo più elementi di carico. Ma ecco, qui di seguito, la doverosa spiegazione.

Assai spesso può capitare che ai contatti di un solo relè vengano richieste caratteristiche elettriche diverse, oppure che insorga la necessità di mantenere ben distanziati, fra loro, gli scambi, contrariamente a quanto si verifica nei modelli elettromeccanici di produzione attuale. Inoltre, quando capita di controllare carichi elettrici situati in posizioni diverse, gli installatori sono costretti a stendere grossi ed ingombranti cavi di potenza, lungo percorsi a volte

Utile nei sistemi di controllo
di temperature,
luce, tempi,
livelli, portate e spazi.

È praticamente
un doppio relè elettronico.

Adattabile anche ai semplici impieghi professionali.

tortuosi, per raggiungere l'unico relè disponibile, sottoponendosi a costi di impianto elevati, accettando frequenti cadute di tensione e provocando disturbi di origine elettromagnetica nelle vicinanze. Tutto ciò, invece, può essere agevolmente evitato utilizzando il progetto a due relè proposto in queste pagine. Ma continuiamo ancora ad elencare le varie occasioni in cui è maggiormente conveniente l'impiego di due relè distinti. E citiamo quelle della misura, trasmissione od elaborazione di piccolissimi segnali, in modo particolare di tipo a radiofrequenza, con i quali spesso i dilettanti hanno a che fare. Ricordiamo poi il caso di utilizzazione di relè ad alta sensibilità, nei quali, per mancanza di spazio, non sono presenti i contatti NC, ovvero normalmente aperti. Oppure quello in cui non sono disponibili i contatti di potenza elevata, sia perché apparirebbero troppo grossi, sia perché sarebbe oltremodo difficile realizzare i necessari isolamenti e le camere di spegnimento degli archi voltaici. Ulteriori difficoltà scaturiscono ancora dall'utilizzazione di quei relè nei quali un contatto dovrebbe essere di potenza, mentre l'altro dovrebbe commutare un piccolissimo, delicato ma prezioso segnale elettrico. E concludiamo menzionando le molte circostanze in cui gli scambi dovrebbero essere temporizzati, con la possibilità di controllare i tempi di apertura dei contatti NC (Normalmente Chiusi) e di quelli NA (Normalmente Aperti), e viceversa, onde verificare se vi siano o meno sovrapposizioni nel tempo di azione durante le commutazioni.
Da quanto finora detto, il lettore potrà ora facilmente immaginare quali e quante possono essere le pratiche applicazioni realizzabili con questo apparato, che si rivela circuitalmente semplice e molto economico. E nel quale tutti potranno cogliere l'opportunità di costruire un sistema di controllo reale ed automatico della temperatura, della luminosità, del livello delle sostanze liquide, dell'avviamento o dello spegnimento di apparecchiature elettriche ed elettroniche, di motori, di sistemi di riscaldamento o refrigerazione e di tutti quei dispositivi in cui sono necessari pilotaggi e controlli con due relè separati.

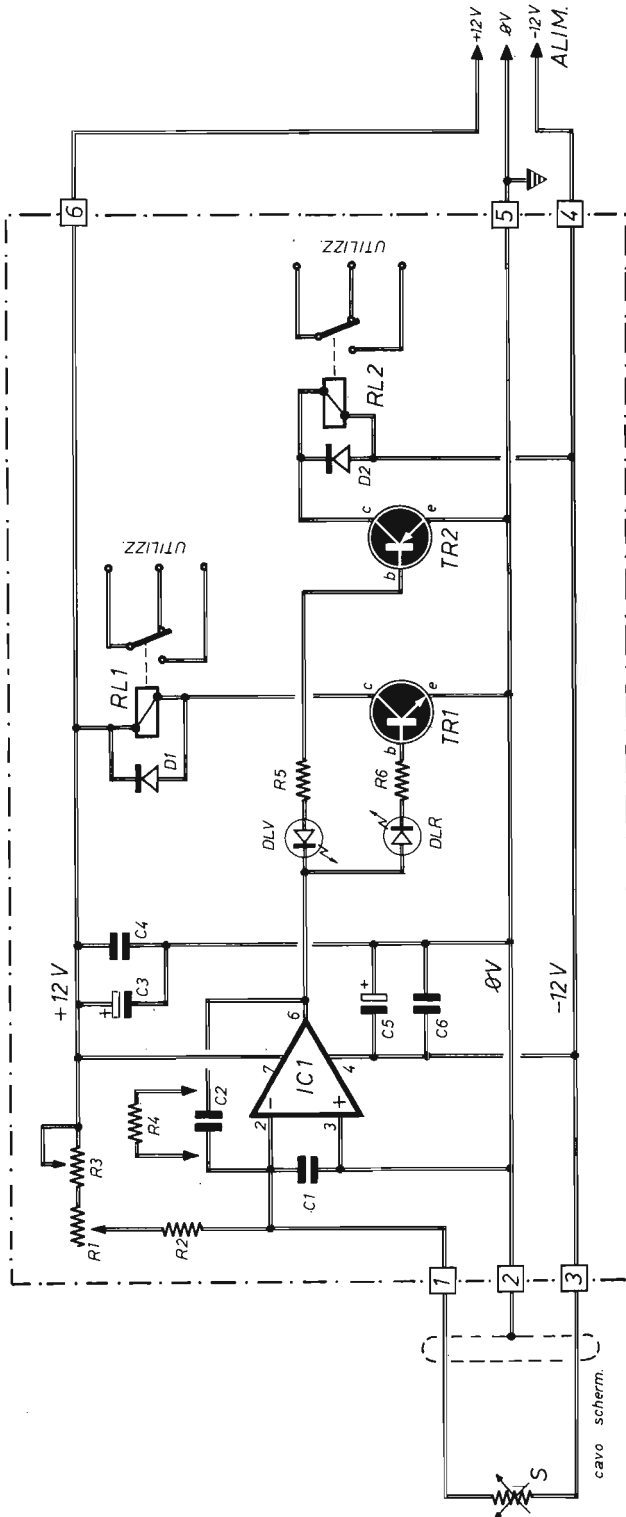



Fig. 1 - Progetto del dispositivo di pilotaggio di due relè separati, in corrispondenza dei segnali inviati all'ingresso del sensore S. Con il trimmer R1 si effettua la regolazione fine, con R3 quella approssimativa della sensibilità d'entrata del circuito. Le linee tratteggiate delimitano la parte circuitale che va interamente montata su una basetta supporto.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 100.000 pF (ceramico)
C2 = 4.700 pF (ceramico)
C3 = 100 µF - 16 VI (elettrolitico)
C4 = 100.000 pF (ceramico)
C5 = 100.000 pF (ceramico)
C6 = 100 µF - 16 VI (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 2.200 ohm (trimmer)
R2 = 22.000 ohm - 1/4 W
R3 = 47.000 ohm (trimmer)
R4 = 1 megaohm - 1/4 W (vedi testo)
R5 = 1.500 ohm - 1/4 W
R6 = 1.500 ohm - 1/4 W

Varie

IC1 = µA741
TR1 = BC107
TR2 = BC177
S = sensore (NTC = 47.000 ohm) - (vedi testo)
DLV = diodo led verde
DLR = diodo led rosso
RL1 = relè (12 Vcc - 300 ÷ 400 ohm)
RL2 = relè (12 Vcc - 300 ÷ 400 ohm)
D1 = diodo al silicio (1N4004)
D2 = diodo al silicio (1N4004)
ALIM. = 12 Vcc + 12 Vcc

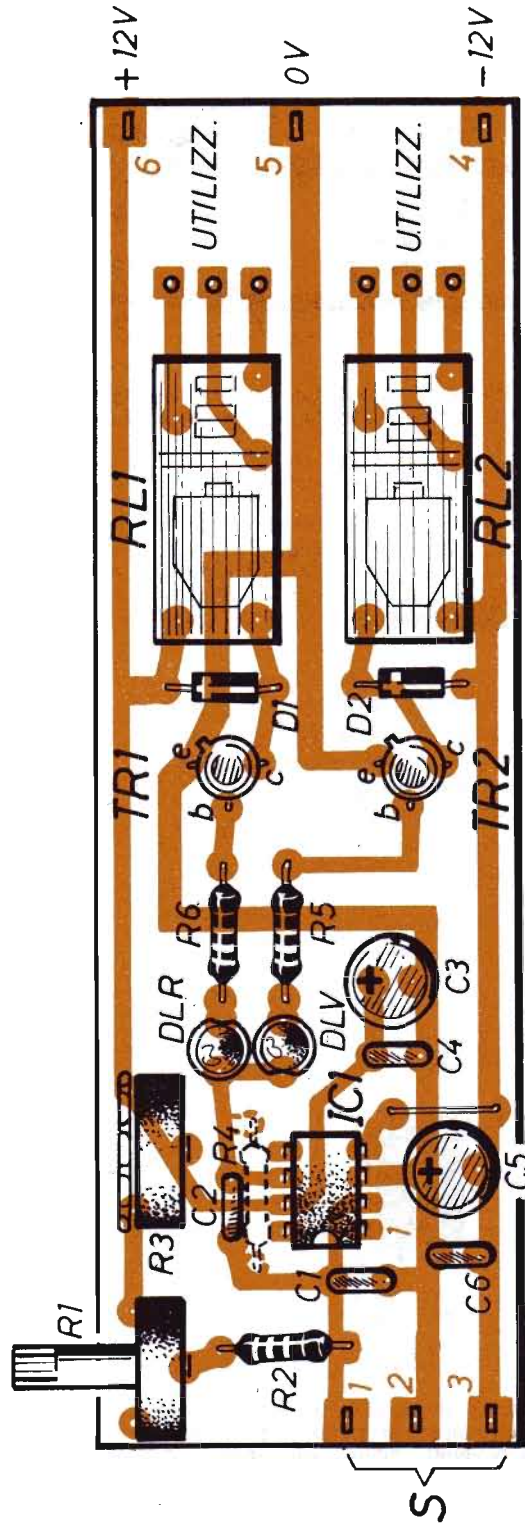



Fig. 2 - Piano costruttivo del modulo elettronico dell'apparato descritto nel testo. Sui terminali contrassegnati con i numeri 1 - 2 - 3 si applicano i conduttori e la calza metallica del cavo proveniente dal sensore S. L'alimentazione è di tipo duale, in tensione continua.

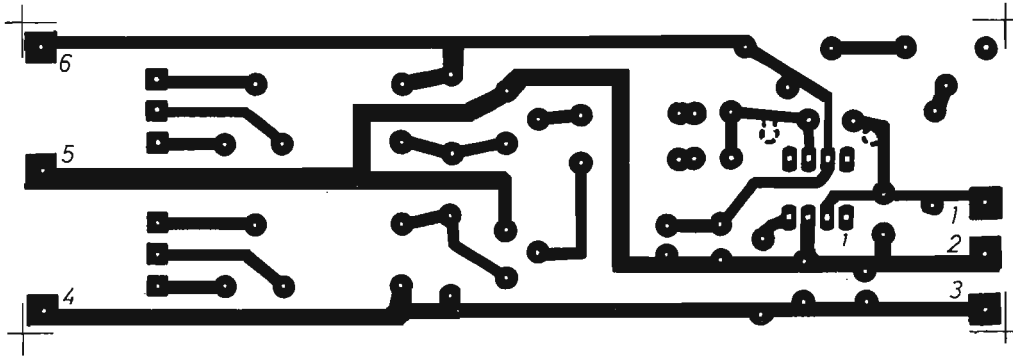



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato, da riportare su una delle due facce di una basetta supporto, di materiale isolante, di forma rettangolare, delle dimensioni di 13 cm x 4 cm.

L'ELEMENTO SENSORE

All'estrema sinistra del progetto di figura 1 appare inserito il simbolo elettrico di un sensore, ovvero di un elemento resistivo variabile, entro una certa gamma di valori, al variare delle grandezze fisiche da tenere sotto controllo e che, nella maggioranza dei casi, sono la temperatura e la luce. Pertanto si possono utilizzare i noti componenti conosciuti con le sigle PTC o NTC, per quanto riguarda le entità termiche, oppure le fotoresistenze per le verifiche luminose. Mentre per i controlli di tensione si può ricorrere alle note resistenze VDR ed MDR e per quelli di pressione agli elastometri o gomme conduttive.

Nel prototipo, illustrato nelle prime pagine, si utilizza una resistenza a coefficiente negativo NTC, da 47.000 ohm, con lo scopo di adibire il progetto a vigilanze di ordine termico.

Giunti a questo punto, prima di procedere con l'esame del circuito di figura 1, riteniamo doveroso, a beneficio di molti lettori principianti, intrattenerci brevemente sulla natura dei sensori ora citati ed il loro impiego, invitando i più preparati a sorvolare le immediate menzioni e a raggiungere subito la parte descrittiva circuitale.

Le resistenze NTC (Negative Temperature Coefficient), chiamate pure Termistori, sono componenti resistivi, caratterizzati da un elevato coefficiente di temperatura negativo, che si comportano in modo del tutto opposto a quello dei Termistori PTC. Questi ultimi, infatti, sono dotati di un alto coefficiente di temperatura positivo (Positive Temperature Coefficient); ossia, all'aumentare della temperatura esterna, aumenta in essi notevolmente il valore resistivo. Nelle NTC, invece, all'aumentare della temperatura esterna, diminuisce la resistenza interna.

I termistori PTC sono realizzati con materiale ceramico, dotato di proprietà semiconduttrici. I termistori NTC sono composti da una miscela di ossidi metallici, trattati chimicamente, pres-

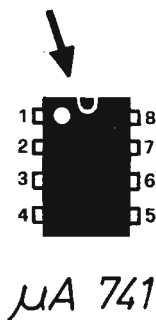



Fig. 4 - Piedinatura ed elementi guida dell'integrato operazionale μA741, che nel progetto qui presentato e descritto viene collegato nella configurazione di trigger.

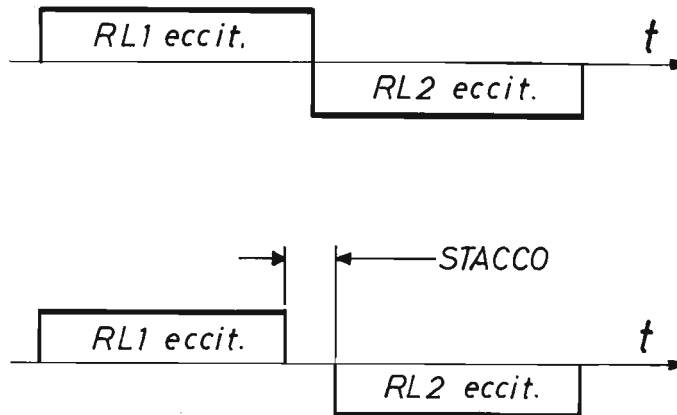



Fig. 5 - Senza l'inserimento della resistenza R4, che nello schema di figura 1 è segnalata come elemento facoltativo, la commutazione fra i due relè è istantanea, come segnalato nel disegno riportato in alto di figura. Utilizzando la resistenza R4, conformemente al valore ohmmico a questa attribuito, tra le successive eccitazioni dei due relè si inserisce un certo intervallo di tempo.

sati assieme ad un legante plastico e sinterizzati ad alta temperatura, in modo da presentare caratteristiche semiconduttrici. Il valore nominale della resistenza viene di solito valutato a 25°C. Dunque, in sede di impiego pratico, il componente è assai utile per conoscere le variazioni termiche al variare della sua resistenza. La dipendenza tra questi due parametri è di tipo logaritmico.
Il fotoresistore, noto pure con il nome di fotoresistenza, è un componente elettronico di fondamentale importanza, perché rimane sensibile alle variazioni di luce. Infatti, la sua resistenza varia di valore al mutare dell'intensità della luce che lo colpisce. Più precisamente, al buio, il fotoresistore si comporta come un isolante o quasi, presentando resistenze che superano spesso il milione di ohm e raggiungono anche i dieci megaohm.
Mano a mano che la luce incidente aumenta, il fotoresistore diviene sempre più conduttore, sino a raggiungere, sotto una luce intensa, valori di poche centinaia di ohm o, addirittura, di alcune decine di ohm. Pertanto, il campo di variazione della resistenza è veramente grande e ciò rende la fotoresistenza un componente ricco di possibilità di pratico impiego.
Ulteriori elementi sonda, come già preannunciato, possono essere rappresentati dalle resistenze VDR e MDR. Le prime, denominate pure variatori di tensione, sono rappresentate da elementi nei quali il valore della resistenza varia, in misura non lineare, al variare della tensione applicata. Il significato della sigla qualificativa è interpretato dalle tre seguenti parole: Voltage Dependent Resistor. Ma solitamente, quando si fa riferimento ad una resistenza VDR, si indica quel modello nel quale il valore della resistenza varia coll'aumentare della tensione applicata.
Per quanto riguarda le resistenze MDR, basta ricordare che queste godono della proprietà di variare linearmente il proprio valore al variare del campo magnetico in cui sono immerse. La sigla che le definisce è composta con le prime tre lettere delle seguenti parole: Magnetic Dependent Resistor.

ESAME DEL PROGETTO

Qualunque sia il modello di sensore S scelto per il funzionamento del progetto di figura 1, si deve far in modo che questo, tramite una precisa taratura dei due trimmer R1 ed R3, provochi una esatta condizione di equilibrio del comportamento del circuito di trigger in cui è montato l'integrato IC1. Praticamente, le due entrate,

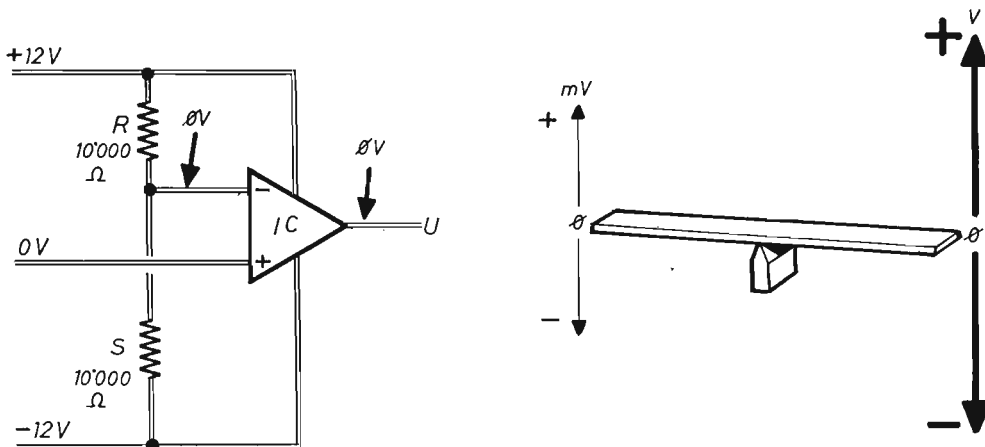



Fig. 6 - Interpretazione elettronica ed analogica, ovvero meccanica, della condizione di perfetto equilibrio dei circuiti d'entrata del progetto presentato in questa sede. All'ingresso invertente dell'integrato il segnale è di 0 V e tale è quello presente in uscita; la situazione è paragonabile a quella di una leva con il fulcro in posizione centrale.

quella non invertente e la invertente, debbono trovarsi al potenziale di 0 V.
L'entrata non invertente, che potremmo segnalare con la sigla E.N.I., è individuabile nel piedino 3 (+) di IC1, quella invertente, proponibile con la sigla E.I. si identifica con il terminale 2 (—) dell'integrato, qui rappresentato dall'operazionale µA741.
Riassumendo, con l'aiuto delle sigle menzionate, la condizione di assoluto equilibrio del circuito d'entrata del progetto si raggiunge quando:

E.N.I. (entr. non invert.) = 0 V
E.I. (entr. invert.) = 0 V

Ma, lo ripetiamo, ciò si ottiene tramite lo stato elettrico conferito al sensore e ai due trimmer, che possono essere sostituiti da altrettanti potenziometri a variazione lineare, cui vengono conferite le seguenti funzioni:

R1 = regolazione fine
R3 = regolazione approssimativa

Ora, quando la resistenza del sensore S subisce una variazione, l'equilibrio del sistema circuitale d'ingresso viene meno e la tensione d'uscita, rilevata sul piedino 6, raggiunge il valore di + 12 V, se al piedino 2 (invertente) viene applicata una tensione negativa di qualche millivolt e viceversa.
Non essendo presente alcuna controreazione in corrente continua, l'integrato IC1 amplifica moltissimo, circa 200.000 volte, per cui una lieve differenza elettrica sul piedino 2 (invertente), ne provoca una enorme sul terminale d'uscita 6. Ovviamente si tratta di tensione con polarità opposta a quella d'entrata, essendo stato utilizzato l'ingresso invertente. Ma se questo diventa leggermente positivo, anche l'uscita 6 commuta verso i valori di tensione negativa.
Visto il comportamento dell'integrato IC1, conseguentemente a quello del sensore S d'entrata, possiamo ora arguire come la presenza di una tensione positiva, sul piedino 6 di IC1, sia in grado di avviare la conduzione del diodo led DLR (Diodo Led Rosso), il quale si accende e tramite la resistenza R6 polarizza la base del transistor TR1 di tipo NPN.
Una volta polarizzato, TR1 diviene conduttore e provvede ad eccitare il relè RL1. Viceversa, in presenza di una tensione negativa all'uscita di IC1, sul piedino 6, viene attivato il diodo led DLV (Diodo Led Verde) che, tramite la resistenza R5, polarizza la base del transistor TR2, il quale, divenendo conduttore, provoca l'eccitazione del secondo ed indipendente relè RL2.
Riassumendo: quando il sensore S applica una

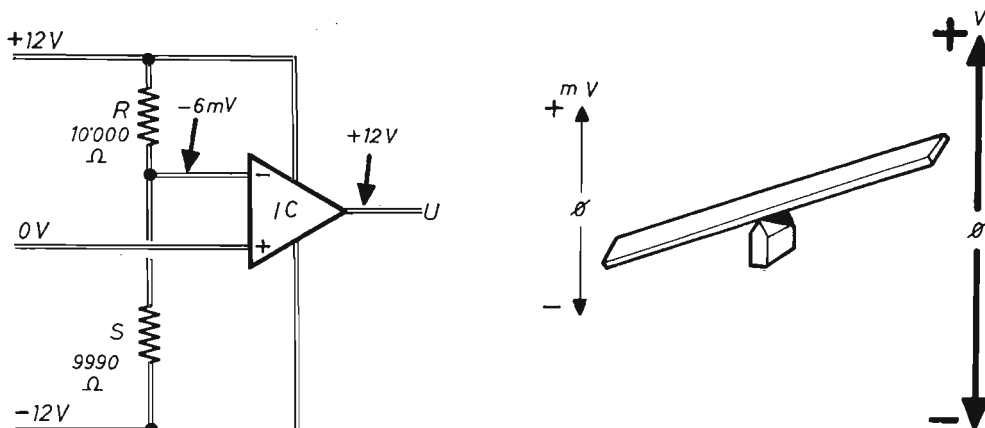



Fig. 7 - La presenza di un segnale negativo, sull'entrata invertente dell'integrato, equivale ad una differenza di valori ohmmici tra R ed S, che applicano una tensione negativa sul piedino d'entrata e rendono disponibile la tensione di + 12 V in uscita. Con un processo analogo a quello della leva nella quale il fulcro venga spostato verso destra.

variazione negativa di tensione all'entrata invertente 2 di IC1, si accende il diodo led rosso DLR e rimane eccitato il relè RL1. Quando all'ingresso invertente 2 di IC1 giunge una variazione di tensione positiva, si accende il diodo led verde DLV e si eccita il relè RL2.
Ai condensatori C1 e C2 è affidato il compito di eliminare disturbi ed interferenze. In particolare, il condensatore C1 cortocircuita le elevate frequenze d'ingresso, impedendo anòmali comportamenti dell'integrato IC1 conseguenti ad eventuali disturbi. Il condensatore C2, invece, provvede ad integrare il segnale in ingresso, in misura tale che soltanto le variazioni confermate dai circuiti d'entrata siano in grado di far scattare l'uscita. La cui attivazione necessita di un segnale debole, ma prolungato nel tempo, oppure un segnale forte in un tempo ridotto, perché ciò che conta nel risultato è il prodotto fra le due grandezze ampiezza e tempo.
Il condensatore C2, per il quale nell'apposito elenco componenti è stato prescritto il valore capacitivo di 4.700 pF, può essere elevato fino a 100.000 pF, purché si faccia uso di un modello ceramico. Ma il suo valore capacitivo può anche essere diminuito, ricordando che l'insensibilità ai disturbi aumenta coll'aumentare del valore capacitivo, ma che, contemporaneamente, aumenta il ritardo con cui il circuito d'entrata reagisce ai segnali inviati dal sensore.
Se si desidera introdurre nel sistema di eccitazione dei relè, la cui commutazione è istantanea, un tempo di ritardo, ossia volendo mantenere i due relè RL1 ed RL2 a riposo prima della commutazione, si deve inserire, in parallelo con il condensatore C2, la resistenza R4, il cui valore ohmmico può variare fra 1 megaohm e 470.000 ohm e la cui presenza, nel progetto di figura 1, è segnalata mediante due frecce, che stanno ad indicare la sua facoltativa applicazione.
Il diagramma di figura 5 interpreta le due condizioni elettriche ora proposte, quella che si verifica in assenza della resistenza R4 e l'altra raggiungibile con l'inserimento di questo ulteriore componente.
Senza la resistenza R4, la commutazione, fra un relè e l'altro è istantanea, come segnalato nel disegno riportato in alto di figura 5. Con la resistenza R4, tra le due eccitazioni intercorre un certo tempo, che dipende dal valore assegnato alla resistenza. Per esempio, con il valore ohmmico di 1 megaohm, la commutazione viene ritardata di un secondo circa; con R4 pari a 470.000 ohm, il ritardo aumenta a due secondi circa.
L'intervallo di tempo, fra un'eccitazione e l'altra, potrebbe divenire una necessità, se non proprio una tolleranza circuitale. Infatti, se si

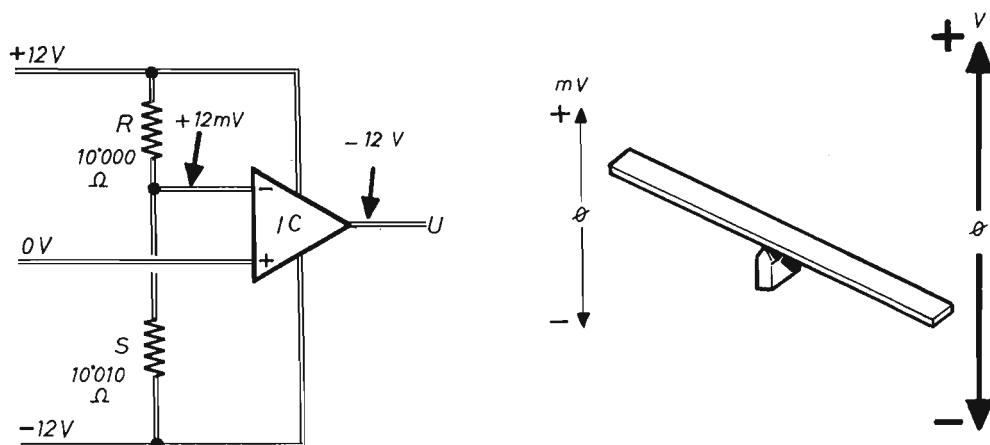



Fig. 8 - Quando il segnale, applicato all'ingresso invertente dell'integrato, è positivo, equivalendo ad una differenza di valori delle resistenze R ed S a favore di quest'ultima, in uscita è presente la tensione di — 12 V. Come se il fulcro della leva fosse spostato verso sinistra.

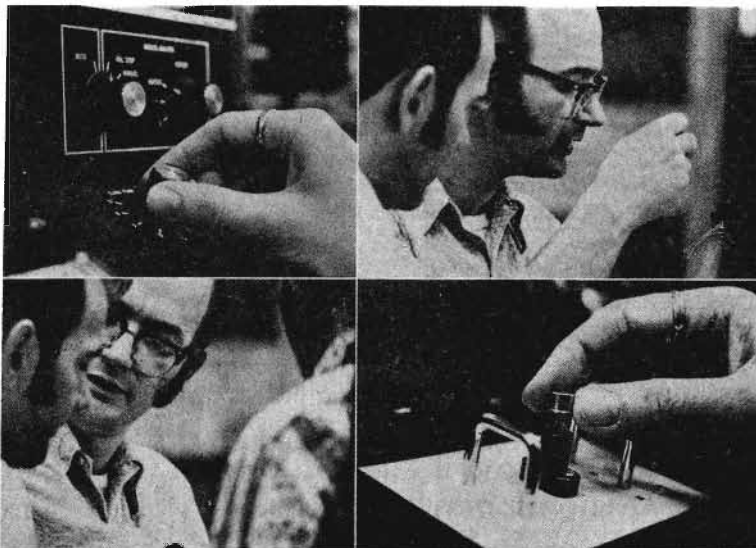
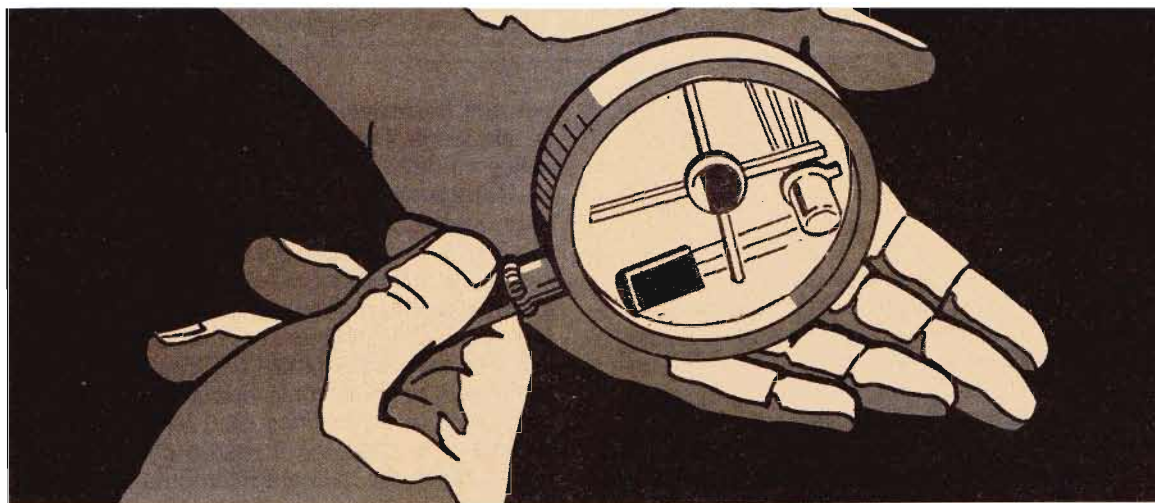
utilizza il progetto di figura 1 nel controllo di una gamma di temperature e lo si tara in modo che lo scatto avvenga sul valore di 21° C, la commutazione avviene quando la temperatura sale al di sopra o scende al di sotto di pochi decimi di grado centigrado rispetto al punto di taratura, rendendo assai critico lo scatto. Se invece si inserisce nel circuito di figura 1 la resistenza R4, la commutazione può avvenire soltanto quando la temperatura varia di parecchi decimi di grado intorno al valore di taratura. E questo accade perché la resistenza R4 diminuisce l'amplificazione esercitata dall'integrato IC1, introducendo nel circuito una controreazione in corrente continua.
Concludiamo qui la parte descrittiva del circuito di figura 1, facendo presente che l'alimentazione di questo è di tipo duale (12 V + 12 V) e che la corrente assorbita, a seconda dei modelli di relè adottati, si aggira intorno ai 50 ÷ 100 mA.

L'EQUILIBRIO NELL'ANALOGIA

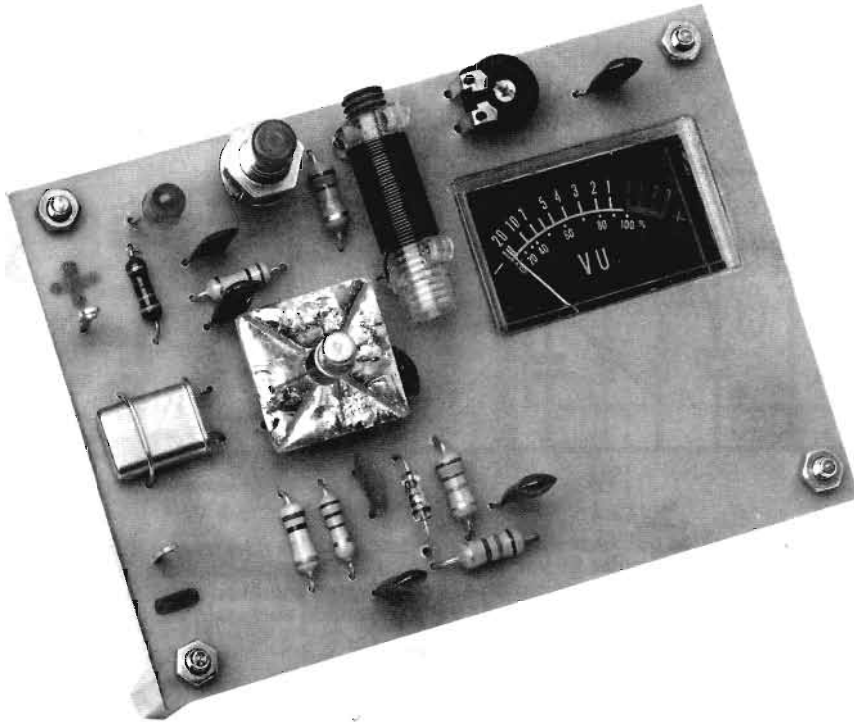
Alcune interpretazioni analogiche della condizione di equilibrio dei circuiti d'entrata del progetto di figura 1, peraltro abbondantemente analizzati in fase di esame teorico del circuito, possono ulteriormente chiarire il comportamento dell'integrato rispetto ai segnali ad esso inviati dall'elemento sensore.
Lo schema di figura 6 interpreta l'esatto equilibrio elettrico, perché nessuna differenza di potenziale viene applicata all'ingresso invertente. L'uscita pertanto rimane al valore di 0 V. E ciò è paragonabile ad una leva (disegno a destra di figura 6), il cui fulcro si trova in posizione equidistante fra le due estremità.
Lo schema di figura 7, invece, interpreta la condizione in cui all'entrata invertente di IC viene applicata una tensione negativa, che eleva l'uscita al valore di + 12 V. Analogicamente tutto avviene come se si spostasse verso destra il fulcro della leva. Elettricamente ciò equivale ad una sensibile amplificazione del segnale d'entrata verso i valori positivi.
Nello schema di figura 8, la resistenza del sensore S è aumentata rispetto alla R, per applicare all'ingresso invertente un segnale positivo, identificabile, in uscita, in un segnale negativo a —12 V. L'analogia, in tal caso, propone uno spostamento del fulcro verso sinistra. I segnali elettrici, corrispondentemente, sono aumentati notevolmente verso i valori negativi.
I tre schemi, ora presentati, consentono di analizzare le tre condizioni di equilibrio o instabilità negativa o positiva dei circuiti d'entrata del progetto di figura 1, sia nell'aspetto elettronico,

sia in quello analogico per spostamenti del fulcro di una leva o di pesi diversi caricati sulle due estremità.

REALIZZAZIONE

La pratica realizzazione del progetto descritto in queste pagine si esegue controllando lo schema pratico riportato in figura 2, dopo aver approntato la basetta supporto con circuito stampato, pubblicato, in grandezza reale, in figura 3.
La basetta rettangolare, di materiale isolante, deve avere le seguenti dimensioni: 13 cm x 4 cm.
Sui terminali contrassegnati con la lettera S si applica il cavo schermato, contenente due conduttori, da collegarsi sui capicorda contrassegnati con i numeri 1 - 3, mentre sul terminale 2 si salda a stagno la calza metallica del cavo.
L'integrato IC1, la cui piedinatura è rilevabile osservando il disegno di figura 4, va inserito nel circuito tramite uno zoccoletto.
Il trimmer R1, per la regolazione fine della sensibilità del circuito d'entrata, deve essere dotato di perno di plastica di comando. Quello per il controllo superficiale R3, si regola mediante cacciavite.
Coloro che volessero raggiungere uno scatto più deciso del sistema, unitamente ad una maggiore insensibilità ai disturbi, accettando la presenza di una certa isteresi, potranno introdurre una reazione positiva, peraltro molto contenuta, per non trasformare il circuito in un oscillatore.
A tale scopo il piedino 3 di IC1, anziché essere collegato direttamente a massa, deve sopportare l'interposizione di una resistenza da 1.000 ohm; inoltre, tra l'uscita (piedino 6) e lo stesso piedino 3, occorrerà inserire una seconda resistenza da 100.000 ohm, che consentirà di raggiungere un'isteresi dell'1% circa.
Per regolare le temporizzazioni, occorre applicare, tra base ed emittore del transistor che pilota il relè di cui si vuole ritardare lo scatto, un condensatore elettrolitico da 6 Vl e di capacità sufficiente a realizzare il ritardo desiderato, tenendo conto che, ad ogni microfarad corrisponde poco più di un millisecondo. Per TR1, l'elettrodo negativo del condensatore va collegato con l'emittore, per TR2 con la base. Ma per la stabilità in temperatura, si consiglia di utilizzare condensatori al tantalio.
Per impieghi gravosi conviene equipaggiare i due transistor TR1 - TR2 con adatti dissipatori dell'energia termica.
Chiudiamo a questo punto l'argomento, ripetendo ancora che nei controlli di temperatura, è consigliabile utilizzare un sensore S di tipo NTC-47.000 ohm, mentre per quelli luminosi conviene impiegare una fotoresistenza da 47.000 ohm. Per l'osservazione dei livelli di sostanze liquide, invece, occorre servirsi di un potenziometro collegato ad un galleggiante.

CONTROLLO FET - MOSFET

I transistor fet e i mosfet sono componenti assai delicati che, prima di essere utilizzati, meritano un accurato controllo dei loro parametri, soprattutto quando si vogliono reimpiegare modelli non completamente nuovi, cui non è possibile concedere un totale affidamento. Il dilettante, tuttavia, per condurre questi particolari esami, non può ricorrere all'uso di strumenti di misura commerciali, troppo costosi e certamente sconsigliabili agli hobbysti, specialmente quando, con l'aiuto di questa pubblicazione, il problema può essere facilmente risolto con un minimo dispendio di elementi e ad un costo accessibile a tutti. Come accade in questa circostanza, nella quale provvediamo a colmare un'ulteriore lacuna del settore strumentale, riservato ai principianti di elettronica, che vogliono controllare lo stato dei fet e dei mosfet, di selezionarne i modelli in loro possesso e di valutarne la resa. Ma cominciamo col ricordare che i transistor ad effetto di campo sono caratterizzati da una elevata impendenza d'ingresso e dalla possibilità di operare anche in presenza di segnali a frequenza molto alta, ovvero da due qualità che, generalmente, si trovano in contraddizione fra loro. Infatti, per disporre di basse costanti di tempo nei circuiti a forte impedenza, si deve disporre di capacità alquanto piccole, essendo la frequenza di taglio legata al prodotto RC. Quindi, le caratteristiche che rendono preziosi tali transistor, creano, d'altro canto, alcuni problemi agli operatori che li debbono utilizzare o, più semplicemente, controllare, esaminare e misurare. Anche se i circuiti ad alta impedenza e a radiofrequenza si rivelano particolarmente vantaggiosi, perché si adattano ad ogni tipo di segnale e in modo particolare a quelli di tensione. Ma quando si inserisce un

Soltanto se in ottimo stato, Fet e MosFet eseguono ottimamente i compiti loro affidati. Occorre sempre evitare, quindi, ogni semiconduttore di recupero o riciclato, se questo non è stato accuratamente analizzato con lo strumento presentato in queste pagine.

normale tester, nei punti più critici, questi circuiti cessano di funzionare, perché le tensioni vincolate alle alte impedenze vengono inesorabilmente alterate.

LE CARICHE ELETTROSTATICHE

Un'ulteriore vulnerabilità dei transistor ad effetto di campo va riconosciuta nella formazione di cariche elettrostatiche sui loro elettrodi. Perché un eccesso numerico di queste può distruggere il componente coinvolto in tale fenomeno. Le cariche elettrostatiche sono sempre presenti sui materiali di lavoro ed anche sul corpo degli operatori, per effetto della triboelettricità. Ecco perché, tutti questi transistor, vanno manipolati costantemente, con gli opportuni accorgimenti, tramite l'anello di messa a terra, il collegamento a massa e senza indossare abiti di materiale sintetico, specialmente durante le giornate secche, ovvero di scarsa umidità atmosferica e conservando il cortocircuito fra gli elettrodi fino al momento in cui il componente non è definitivamente inserito nel suo circuito di esercizio. Ma a questo punto ci si potrà chiedere per quali motivi tali componenti non vengano protetti, in entrata, con opportuni circuiti, quali le resisten-

Valutate rigorosamente le condizioni di funzionamento di fet e mosfet.

Servitevi di questo semplice ed economico dispositivo, che tutti possono realizzare.

Il progetto esegue prove a radiofrequenza.

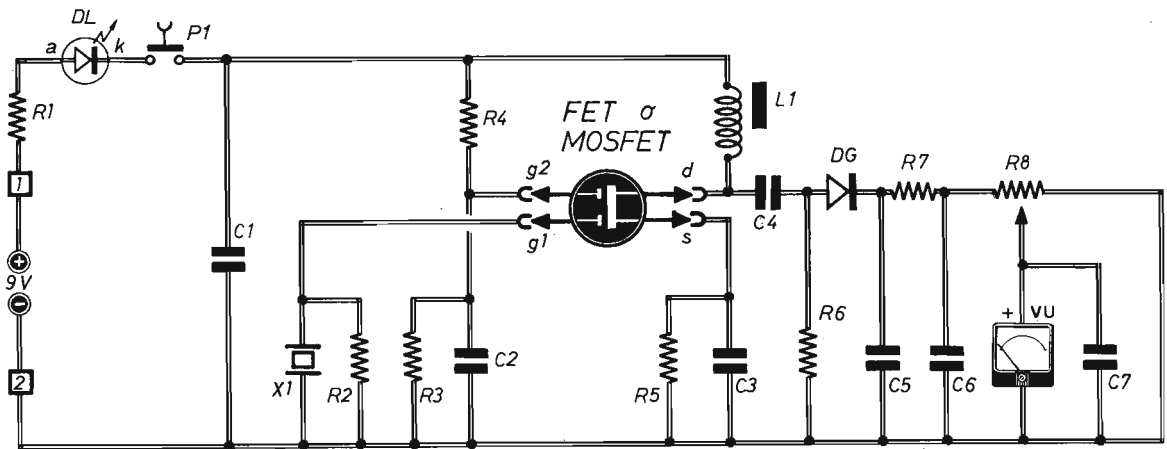



Fig. 1 - Circuito elettrico del dispositivo di prova dei transistor fet e mosfet. Il nucleo di ferrite della bobina L1 ed il trimmer R8 vanno tarati nel modo interpretato nel testo. Le segnalazioni indicative sullo stato dei transistor in esame vengono espresse dal comportamento del diodo led DL e dagli spostamenti dell'indice dello strumento analogico VU.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 10.000 pF
C2 = 10.000 pF
C3 = 470 pF
C4 = 68 pF
C5 = 10.000 pF
C6 = 10.000 pF
C7 = 10.000 pF

Resistenze

R1 = 33 ohm - 1/4 W
R2 = 100.000 ohm - 1/4 W
R3 = 100.000 ohm - 1/4 W
R4 = 220.000 ohm - 1/2 W
R5 = 150 ohm - 1/4 W
R6 = 27.000 ohm - 1/2 W
R7 = 1.000 ohm - 1/2 W
R8 = 22.000 ohm (trimmer)

Varie

DL = diodo led
P1 = pulsante (N.A.)
X1 = quarzo (14 ÷ 17 MHz)
L1 = bobina (vedi testo)
DG = diodo al germanio
VU = voltmetro BF
ALIM. = 9 Vcc

ze, i diodi, gli zener, eventualmente integrati nella stessa struttura del semiconduttore, così come accade nei circuiti logici e nelle memorie di tipo MOS e CMOS. Ebbene, la risposta è immediata. Perché i circuiti di protezione introdurrebbero capacità parassite e rumore, cioè degli ospiti davvero indesiderati nei sistemi ad alta impedenza, chiamati ad operare in alta frequenza su piccolissimi segnali. Ciò induce coloro che vogliono raggiungere le massime prestazioni, con questi elementi, di assumere, necessariamente, le opportune precauzioni durante la manipolazione di fet e mosfet. Ricordando pure che, assai spesso, le cariche elettrostatiche non distruggono completamente il dispositivo, ma provocano soltanto dei guasti in talune sue piccolissime regioni. E questi, ad un esame sommario, possono sfuggire al tecnico, che è indotto a ritenere il componente perfettamente funzionante, quando invece, col passare del tempo, finirà presto per guastarsi completamente.

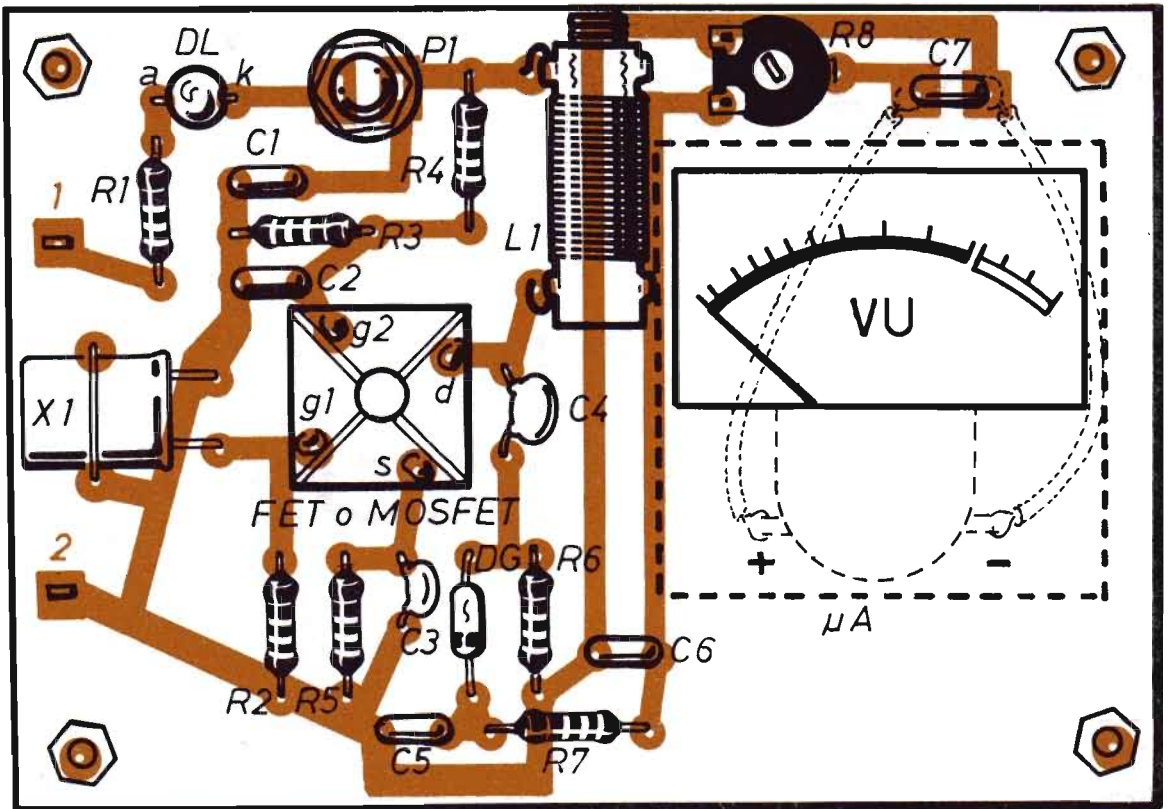



Fig. 2 - Schema pratico dell'apparecchio di analisi e controllo dello stato elettrico di transistor fet e mosfet a canale N, che debbono essere appoggiati con i loro reofori, oppure saldati a stagno sulla piazzola suddivisa in quattro sezioni e recante le sigle g1 - g2 - d - s. A montaggio ultimato, il modulo elettronico deve rimanere introdotto in un contenitore metallico.

PROVE A RADIOFREQUENZA

L'utilità dello strumento di controllo, proposto in questa sede, va riscontrata pure in tutti quei casi in cui, essendo scomparse le sigle di riconoscimento dei semiconduttori, oppure non essendo queste incluse nei comuni prontuari, risulta assai problematico risalire alla conoscenza delle caratteristiche di fet e mosfet. Dunque, per raggiungere questi risultati, per riconoscere i componenti degradati, per selezionarli ed essere sicuri del loro funzionamento nei circuiti applicativi, necessitano delle prove a radiofrequenza, come quelle raggiungibili con l'apparecchio che ci accingiamo a descrivere e che, a differenza dei consimili modelli commerciali, peraltro assai costosi, non si limita a valutare i parametri statici, ossia il comportamento dei semiconduttori quando questi vengono polarizzati con tensioni continue. Dato che, generalmente, oltre che polarizzare il componente, occorre applicare in entrata, tramite adeguato accoppiamento, un segnale a radiofrequenza, dapprima debole e poi forte, onde raggiungere un'indicazione sicura sull'efficienza del componente in prova. Eppure, se si dovessero eseguire separatamente tutte le operazioni fin qui menzionate, la strumentazione necessaria sarebbe veramente notevole, anche perché il segnale deve essere misurato in uscita. E l'impiego degli stessi strumenti

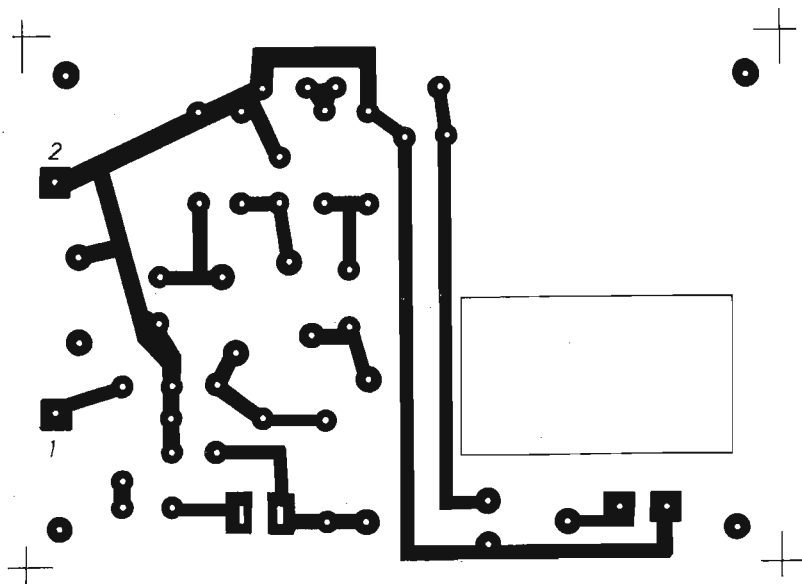
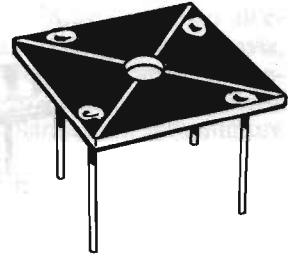
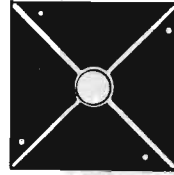



Fig. 3 - Disegno in grandezza naturale del circuito stampato, che il montatore deve comporre su una delle due facce di una basetta di materiale isolante, delle dimensioni di 10 cm x 4 cm.

risulterebbe oltremodo difficile. Ecco perché ai nostri tecnici è balenata l'idea di inserire il transistor da esaminare in un circuito oscillante di precisione, dotato di uno strumento analogico in grado di valutare l'uscita a radiofrequenza. Ed infatti, un circuito oscillante, dapprima opera su segnali deboli, ma sempre a radiofrequenza, dato che, durante la fase di innesco delle oscillazioni, si deve iniziare, nei primi cicli, con l'amplificazione di piccolissimi segnali, prima di stabilire le forti oscillazioni che caratterizzano il funzionamento a regime. In altre parole, un oscillatore, per funzionare egregiamente, richiede al transistor un comportamento normale, inizialmente con i piccoli segnali a radiofrequenza, per lavorare poi con quelli forti, conformemente al guadagno, alla banda passante ed al rumore di fondo. Il che equivale alla presenza di buone tensioni di saturazione, di linearità, guadagno ed ottima efficienza termica.
Con tutte queste premesse, ogni lettore si sarebbe aspettato un progetto complesso e costoso, mentre con il nostro...uovo di Colombo i problemi vengono risolti nel più semplice dei modi, con una minima spesa, facilmente, ma operando con quelle poche cautele che di solito vengono richieste da tutti i circuiti a radiofrequenza.

IL PROGETTO

L'alimentazione del progetto di figura 1 è derivata da una piccola pila a 9 V e la chiusura del circuito di erogazione di corrente è ottenuta tramite il pulsante, di tipo normalmente aperto P1, che sostituisce il più comune interruttore allo scopo di salvaguardare la pila che, dimenticando il circuito aperto, potrebbe esaurirsi rapidamente. Con l'impiego del pulsante P1, invece, il consumo avviene soltanto nel breve periodo di tempo in cui questo rimane premuto.
Il diodo led DL, che può essere di qualsiasi tipo e di qualunque colore, avverte l'operatore che il dispositivo è sotto tensione.
Se il componente in prova è in buono stato, il circuito oscilla a radiofrequenza, con valori stabiliti dal quarzo X1, la cui frequenza, come segnalato nell'elenco componenti, può assumere qualsiasi grandezza compresa fra 12 MHz e 18 MHz. Perché tutti i quarzi, fatta eccezione per quelli di taglio particolare, potranno essere uti-

Fig. 4 - Elementi indicativi inerenti la composizione della piazzola quadrata, di due centimetri di lato, sulla quale si applicano i semiconduttori in prova. Prima di stagnare abbondantemente le quattro sezioni triangolari di rame, la piastrina deve essere incisa diagonalmente, allo scopo di separare elettricamente tra loro le parti.

lizzati in questo progetto, purché lavorino in fondamentale. Nel nostro prototipo, ad esempio, si è fatto impiego di un quarzo da 14 MHz circa, del tipo di quelli adottati dai radioamatori. Per risparmiare, tuttavia, ai nostri lettori consigliamo di montare nel circuito un componente di provenienza surplus.

Il circuito di polarizzazione dei fet e mosfet in prova è realizzato sull'elettrodo di gate ausiliario, ovviamente per quei componenti che sono dotati di doppio gate e che presentano una stretta similitudine con le vecchie valvole elettroniche denominate tetrodi.

Tramite le due resistenze R3 - R4, filtrate mediante il condensatore C2, la tensione di polarizzazione viene applicata a g2, con lo scopo di mantenere negativa la tensione fra gate e source, grazie alla caduta di valore introdotta dalla resistenza R5, che stabilisce così l'intensità di corrente fra source e drain e, conseguentemente, il punto di lavoro del transistor in prova, esattamente come avviene nelle valvole termoioniche.

Per i transistor sprovvisti di gate ausiliario si può cortocircuitare g1 con g2 ed eliminare il condensatore C2.

Il diodo al germanio DG, che può essere di qualsiasi tipo, provvede, unitamente alla cellula R7 - C5 - C6, a rivelare la radiofrequenza e ad applicarla allo strumento VU, che ne visualizza la grandezza.

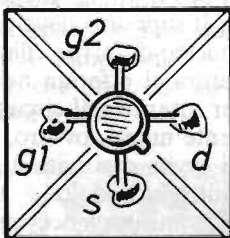
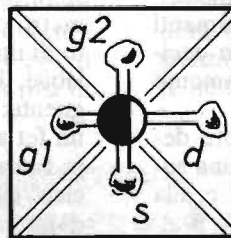
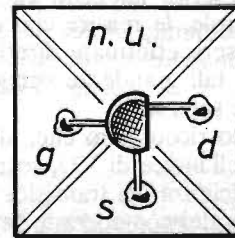



Fig. 5 - Alcuni esempi di inserimento di mosfet e fet sulla piazzola di appoggio dei semiconduttori in prova. Per il fet 2N3819 non si utilizza la sezione destinata alla griglia ausiliaria g2 (n.u. = non utilizzata).

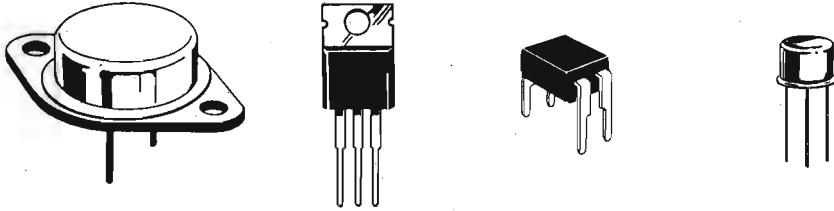



Fig. 6 - L'industria elettronica produce attualmente i transistor fet e mosfet in contenitori diversi; per esempio, come qui segnalato, da sinistra a destra, in T03 - T0220 - HD1 - T039.

LO STRUMENTO ANALOGICO

Per lo strumento analogico si consiglia di utilizzare un modello di tipo VU, ossia un voltmetro con uscita per basse frequenze, che viene a costare poco ed è generalmente dotato di una scala con la parte finale, a tre quarti dall'inizio, di colore diverso.
Gli strumenti analogici di tipo VU presentano di solito una scala a variazione logaritmica. Ciò significa che non sono in grado di rispondere linearmente al segnale applicato all'ingresso. Tuttavia, mentre risultano sensibili ai piccoli segnali, lo sono sempre meno a mano a mano che i segnali aumentano di intensità, con possibilità di valutazioni su un'ampia dinamica, sia in presenza di segnali deboli come in quella di segnali forti, senza dover mutare portata dello strumento o inserire adeguati circuiti attenuatori. In altre parole, le misure con questi strumenti possono essere effettuate direttamente in decibel (dB) e tali grandezze vengono solitamente menzionate sulla scala.
In ogni caso ricordiamo che, alla maggiore deflessione dell'indice di VU, corrisponde una superiore efficienza del transistor in prova. E alla miglior resa del componente fa riscontro un altissimo guadagno di questo, che lo qualifica come un modello ottimo per la costruzione di apparati preamplificatori. Quando invece si debbono realizzare circuiti con identica resa, lo strumento diviene necessario per individuare quei transistor che, sottoposti alla prova, determinano la medesima deflessione dell'indice dello strumento VU.
Il trimmer R8 va tarato in modo che, sotto alimentazione, l'indice rimanga posizionato a circa tre quarti di scala.

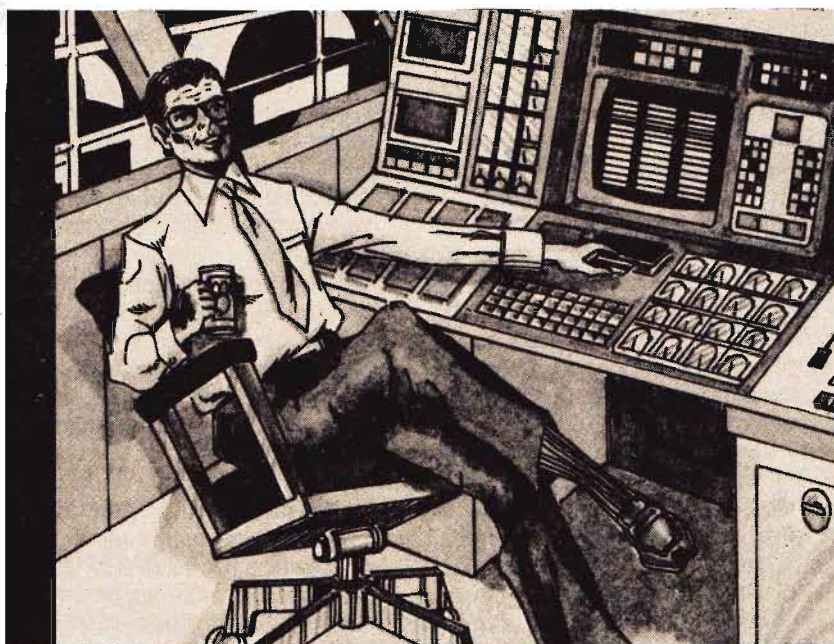
MONTAGGIO

La foto di apertura del presente articolo e lo schema pratico di figura 2, costituiscono gli elementi guida che il lettore dovrà costantemente consultare durante le varie fasi costruttive del progetto.
Il modulo elettronico va composto su una basetta supporto, di materiale isolante, bachelite o vetronite, di forma rettangolare, delle dimensioni di 10 cm x 4 cm. Su una delle facce di questa si riporta il circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3.
La bobina L1 non è un prodotto di tipo commerciale e deve essere costruita direttamente dal montatore nel modo seguente: su un supporto di materiale isolante, di forma cilindrica, del diametro esterno di 7 mm, si avvolgono 35 spire compatte di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm. Il supporto deve essere dotato di un piccolo nucleo di ferrite cilindrica regolabile, la cui taratura si effettua nel modo seguente: dopo aver inserito nel circuito di prova un fet assolutamente nuovo, ovvero, sicuramente funzionante, si avvita o si svita il piccolo nucleo cilindrico, introducendolo o estraendolo dal supporto, nella misura necessaria e sufficiente e provocare la massima deviazione dell'indice dello strumento VU. Se questa dovesse poi apparire eccessiva, allora si ritornerà a regolare il trimmer R8, onde realizzare la condizione precedentemente ricordata dal posizionamento dell'indice a tre quarti di scala.
Sulla zona di sinistra del piano costruttivo di figura 2, è visibile la piazzola di appoggio e di prova dei transistor da sottoporre ad esame. Questa, come indicato in figura 4, si ottiene ritagliando, da una piastra con superficie ramata,

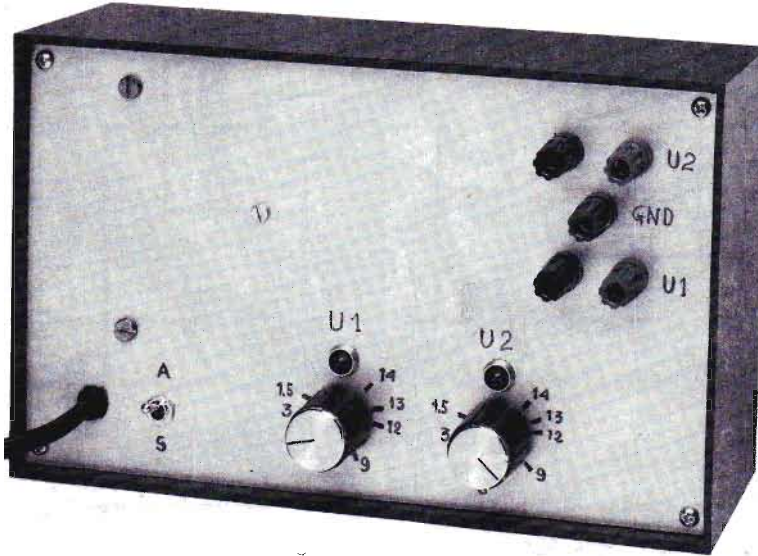
di quelle con cui si approntano i circuiti stampati, un piccolo quadrato, di lato 20 mm (2 cm) e stagnando abbondantemente la superficie di rame, con lo scopo di favorire il solo contatto elettrico dei reofori dei componenti in esame, oppure la loro saldatura a stagno. Ma, come segnalato in figura 4, si faccia bene attenzione a non stagnare l'intera superficie quadrata della piazzola, perché si debbono ricavare quattro sezioni elettricamente isolate, incidendo diagonalmente il rame ancor prima di stendere lo stagno sui quattro triangoli.
In posizione centrale va praticato un foro, destinato a favorire l'inserimento dei transistor mosfet, modello BF 960, come illustrato in figura 5.
Il lavoro costruttivo della piazzola si completa con l'applicazione, sui quattro vertici della piastrina quadrata, di altrettanti spezzoni di filo di rame rigido, che consentono il fissaggio di questo particolare elemento sul modulo elettronico.
Una volta completato il lavoro costruttivo del modulo elettronico, secondo quanto illustrato nello schema pratico di figura 2, il dispositivo dovrà essere inserito in un contenitore metallico opportunamente forato e collegato a massa, onde evitare influenze provocate da segnali esterni ed accoppiamenti parassiti.

ESAME DI FET E MOSFET

Giunto a questo punto, il lettore avrà ormai ben capito che l'esame dei semiconduttori si ottiene applicando questi direttamente sulle piazzole, ponendoli semplicemente a contatto con le sezioni stagnate, oppure saldando su queste i terminali dei componenti e premendo poi il pulsante P1, che provvede ad inserire la pila di alimentazione a 9 V.

Diciamo subito che il dispositivo è idoneo all'esame di semiconduttori a canale N. Tuttavia, volendo analizzare componenti a canale P, l'apparecchio si rivelerà ugualmente utile, purché vengano invertite le polarità dell'alimentatore (pila).
Quando si analizzano i mosfet, tutti e quattro i triangoli in cui è suddivisa la piazzola rimangono interessati dai terminali dei componenti, come segnalato nei primi due esempi, a partire da sinistra, di figura 5. Per i transistor fet, invece, non si utilizza il triangolo riservato all'elettrodo g2. Infatti, nel terzo esempio, a destra di figura 5, la corrispondente piazzola reca la sigla "n.u.", che significa "non utilizzata".
Vediamo ora quali condizioni elettriche possono verificarsi premendo il pulsante P1, dopo aver ovviamente applicato il semiconduttore che si vuol controllare.
Se il diodo led DL si accende, ma nessuna deflessione dell'indice dello strumento analogico VU si verifica, si deve ritenere guasto il componente in prova, a meno che questo non sia stato erroneamente inserito nella piazzola di accoglimento.
Se invece il diodo led DL non si accende, il semiconduttore è internamente interrotto o applicato in maniera errata.
Quando la deflessione dell'indice dello strumento è minima o impercettibile, il transistor deve considerarsi danneggiato in qualche misura e va scartato.
Concludiamo qui questo interessante argomento, ricordando che, desiderando una variazione della corrente di prova dei semiconduttori, si deve intervenire sul valore ohmmico della resistenza R5, nel senso che, diminuendolo, la corrente aumenta e viceversa.

ALIMENTATORE DUALE

La disponibilità di un unico alimentatore, con due sorgenti di tensioni uguali o diverse, che si accendono e spengono contemporaneamente e siano protette allo stesso modo, è sempre più avvertita nel mondo dell'elettronica e, in particolare, in quello dei dilettanti. Perché sono ormai molti gli apparati utilizzatori che prevedono l'impiego di alimentatori duali, stabilizzati e regolabili entro una precisa gamma di valori. Come è accaduto per alcuni di quelli già proposti in passato in questa stessa pubblicazione, oppure nel pilotaggio fototermico con due relè, il cui progetto è presentato nella prima parte del presente fascicolo. Dedichiamo, dunque, un po' di spazio a questo importante argomento, peraltro reiteratamente richiesto dai lettori, pren-

Molti dispositivi elettronici necessitano, attualmente, di due sorgenti di alimentazione perfettamente simmetriche e provenienti da uno stesso circuito. Il progetto descritto in questa sede risolve un tale problema.

dendo lo spunto da un generico schema, sul quale il tecnico più preparato potrà intervenire mediante variazioni circuitali e dimensionamenti diversi, allo scopo di adattarlo agli usi personali, ma che il principiante dovrà realizzare seguendo i nostri consigli, onde venire in possesso di un dispositivo con due fonti di tensioni separate, entrambe stabilizzate e regolabili fra i valori di 1,2 Vcc e 14 Vcc e con assorbimenti di corrente normali intorno a 0,5 A.

DUE CIRCUITI SIMMETRICI

Osservando lo schema di figura 1, il lettore si accorge subito che questo è composto da due parti perfettamente simmetriche, ma entrambe alimentate dallo stesso trasformatore T1. Il quale riduce la tensione di rete di 220 Vca al valore di 15 Vca sui due avvolgimenti secondari, che debbono assolutamente essere separati, ovvero privi di qualsiasi intercontatto elettrico. Ognuno dei due secondari, poi, deve rimanere caratterizzato dalla possibilità di erogare una corrente massima di mezzo ampère. Naturalmente, le caratteristiche elettriche del trasformatore di alimentazione T1 condizionano quelle di uscita dell'alimentatore duale, che dipendono appunto da T1. E ciò significa pure che la gamma di valori delle tensioni in uscita e gli as-

Variabile e stabilizzato fra 1,2 Vcc e 14 Vcc.

Si possono derivare, all'uscita, tensioni continue fino a 28 V.

Il valore medio della corrente in uscita si aggira intorno a 0,5 A.

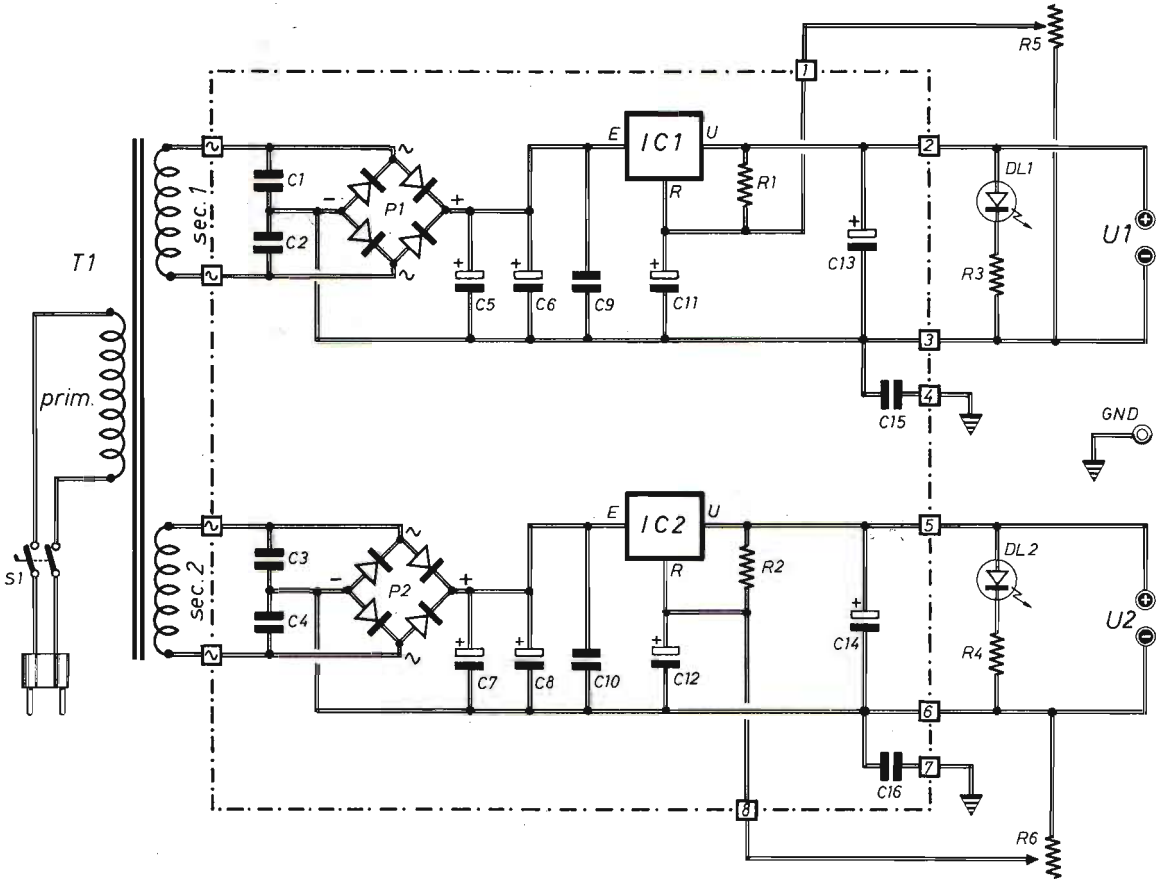



Fig. 1 - Progetto completo dell'alimentatore duale. Le linee tratteggiate racchiudono la parte circuitale destinata a comporre il modulo elettronico del dispositivo. Tutti gli altri elementi vanno applicati su una lastra di alluminio di chiusura di un contenitore di materiale isolante. Si noti la totale separazione elettrica dei due avvolgimenti secondari del trasformatore T1, che vieta l'impiego dei modelli con secondari a presa centrale.

COMPONENTI

Condensatori

C1 - C3 = 22.000 pF (ceramici)
C2 - C4 = 22.000 pF (ceramici)
C5 - C7 = 1.000 µF - 24 ÷ 63 Vl (elettrolitici)
C6 - C8 = 1.000 µF - 24 ÷ 63 Vl (elettrolitici)
C9 - C10 = 100.000 pF (ceramici)
C11 - C12 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitici)
C13 - C14 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitici)
C15 - C16 = 22.000 pF (ceramici)

Resistenze

R1 - R2 = 470 ohm - 1/4 W
R3 - R4 = 1.000 ohm - 1/4 W
R5 - R6 = 4.700 ohm (potenz. lin.)

Varie

IC1 - IC2 = LM317
DL1 - DL2 = diodi led (quals. mod.)
P1 - P2 = ponti raddrizz. (80 V - 1 A)
T1 = trasf. (220 V - 15 + 15 V - 0,5 A)
S1 = doppio interrutt.

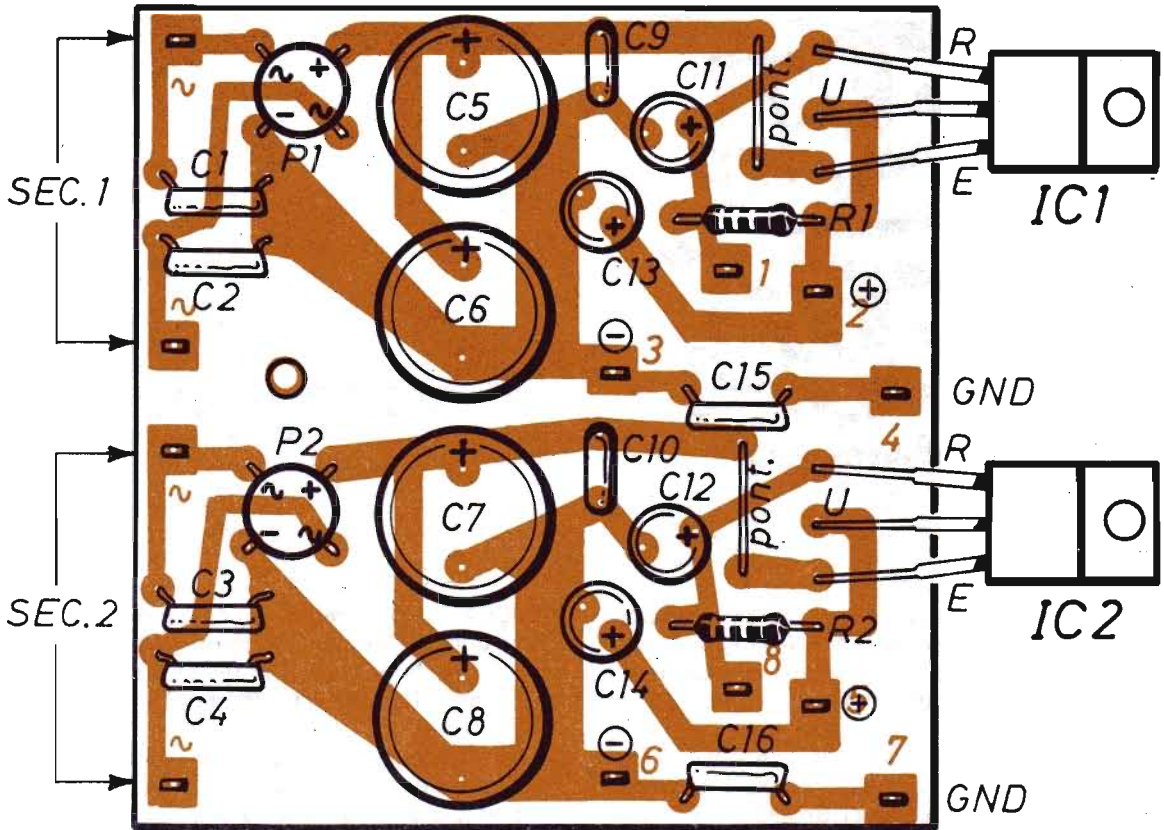



Fig. 2 - Piano costruttivo del modulo elettronico dell'alimentatore duale. Si noti la presenza, nelle vicinanze dei due integrati stabilizzatori, di due ponticelli, che assicurano la continuità elettrica delle piste del circuito stampato che, in questo disegno, deve intendersi visto in trasparenza (disegno in colore).

sorbimenti delle correnti consentiti e precedentemente citati, assumono significato reale soltanto se per T1 viene impiegato un modello con gli stessi requisiti prescritti nell'apposito elenco componenti. Per la precisione, invero, con un assorbimento di corrente di 0,5 A, la massima tensione stabilizzata sulle uscite U1 e U2 del progetto di figura 1, è di 13 Vcc. Ma con erogazioni di correnti inferiori, ossia, applicando sulle uscite carichi elettrici più discreti, la tensione può raggiungere i 15 Vcc, anche se con qualche ondulazione, cioè non più perfettamente stabilizzata. Perché per raggiungere la stabilizzazione fino al massimo valore di 15 Vcc, si sarebbe dovuto impiegare un trasformatore T1 con secondari a 18 Vca e 1,5 A. Pertanto, a coloro che volessero introdurre nel progetto originale l'estensione di gamma di tensioni stabilizzate, ora menzionate, consigliamo di montare un trasformatore con due secondari separati da 17 ÷ 18 Vca e 1 A.

I condensatori C1 - C2, ma analogamente quelli siglati con C3 e C4, servono per eliminare i disturbi a radiofrequenza e di commutazione dei diodi che compongono i due ponti raddrizzatori P1 e P2, che in alcuni apparati utilizzatori potrebbero creare ronzio.

I quattro condensatori elettrolitici C5 - C6 - C7

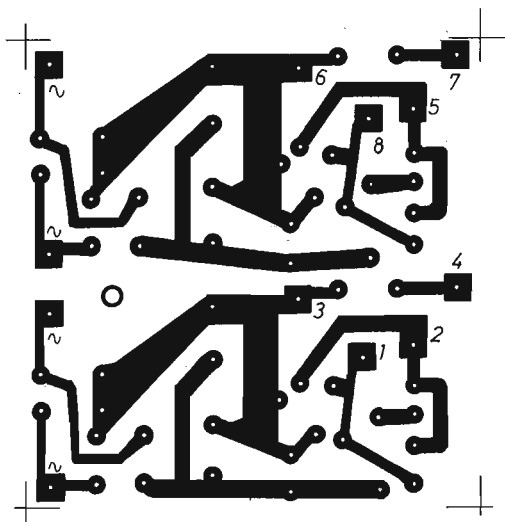



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato, da riportare su una delle due facce di una basetta di materiale isolante delle dimensioni di 6 cm x 7 cm.

- C8 provvedono a livellare la corrente raddrizzata da P1 e P2, mentre C9 e C10 eliminano i disturbi ed assicurano la stabilità di comportamento dei due integrati stabilizzatori di tensione IC1 e IC2.
Per tutti i condensatori, che concorrono alla composizione del progetto di figura 1, fatta eccezione per quelli di tipo elettrolitico, sono stati prescritti modelli in ceramica, anche se ciò non è rigorosamente necessario, mentre lo è sicuramente per C9 e C10.

INTEGRATI RADDRIZZATORI

Il processo di stabilizzazione della tensione uscente dalle cellule di rettificazione e livellamento è affidato ai due integrati IC1 - IC2. I quali sono dotati di tre terminali recanti, nel progetto di figura 1, le seguenti indicazioni:

E = Entrata
R = Regolazione
U = Uscita

La stabilità della tensione, mantenuta dai due integrati, avviene fra entrata ed uscita, ma rispetto all'elettrodo di regolazione R. E ciò si verifica grazie all'azione di un transistor darlington, di tipo NPN, con l'emittore sull'uscita ed il collettore all'ingresso, contenuto nel dispositivo. Il cui circuito, agendo sulla base, provvede all'assorbimento, da parte del transistor ora citato, della differenza di tensione, tra quella stabile richiesta dal carico in uscita e l'altra variabile ed ondulata fornita dal ponte raddrizzatore.
I circuiti interni ad IC1 e IC2 provvedono pure a disabilitare il transistor darlington prima ricordato, quando gli assorbimenti di corrente diventano eccessivi, oppure quando il transistor stesso esce dall'area di sicurezza, ma anche in occasione di un superamento della temperatura interna rispetto a quella esterna all'integrato, normalmente al di là dei 120° C.
La tensione in uscita dall'integrato stabilizzatore viene regolata tramite un potenziometro di tipo a variazione lineare (R5 - R6). Esattamente da R5 per IC1 e da R6 per IC2.
Poiché il circuito di figura 1 è quello di uno stabilizzatore di tensione di tipo "serie", la porzione di tensione non assorbita dal carico si stabilisce sul circuito integrato di controllo, che deve quindi dissipare in calore una potenza pari all'energia non utilizzata, ovvero una potenza stabilita dal prodotto di tale tensione per la corrente richiesta dal carico. Dunque, in presenza di elevati assorbimenti di corrente, occorre far in modo che la differenza di tensione, fra entrata E ed uscita U degli integrati IC1 ed IC2 stabilizzatori, non superi di molto i 3 ÷ 5 V. Ricordando che i modelli plastici LM 317, da noi prescritti nell'elenco componenti per i due integrati, sono in grado di fornire una corrente massima di 1,5 A alla temperatura di 25° C.

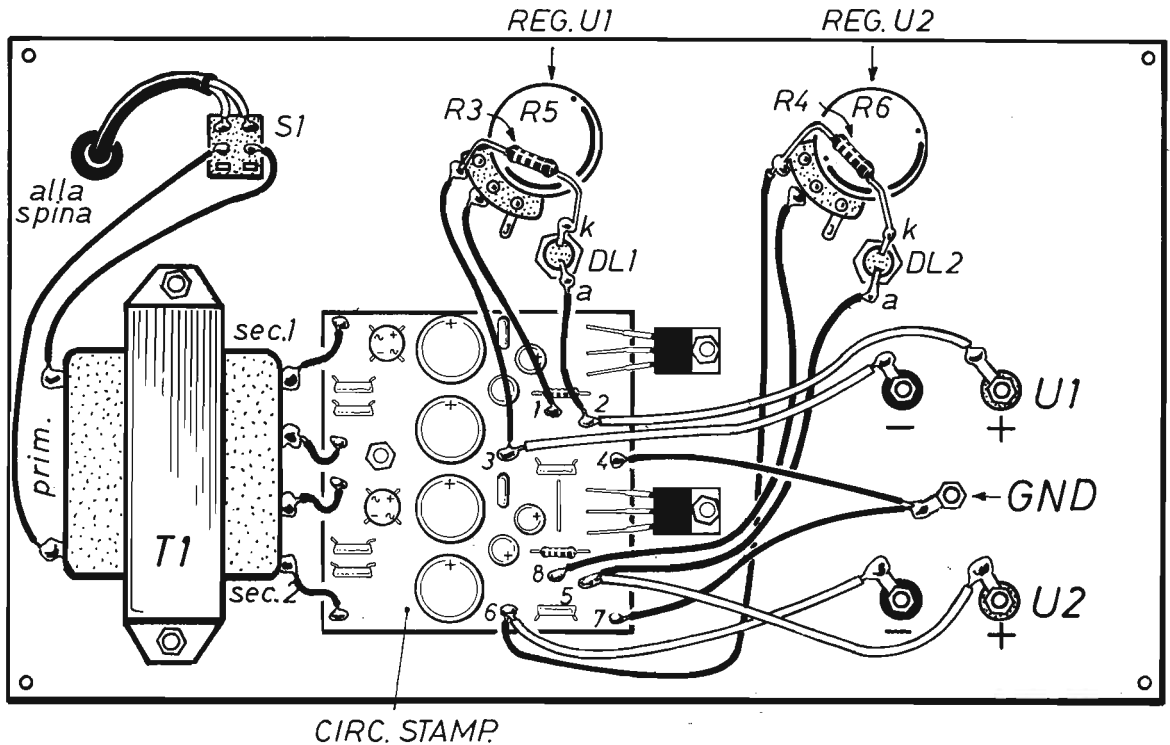



Fig. 4 - Piano costruttivo generale dell'alimentatore duale realizzato su lastra di alluminio delle dimensioni di 21 cm x 12,5 cm. È consigliabile l'inserimento, in serie con uno dei conduttori di rete, di un fusibile. Sulle due uscite si possono inserire due voltmetri per il costante monitoraggio delle tensioni erogate. I conduttori, qui disegnati con linee nere, sono di piccolo diametro, gli altri hanno diametro di almeno 1 mm.

Talvolta, allo scopo di realizzare varie portate negli alimentatori stabilizzati, come quello proposto in questa sede, è consigliabile utilizzare dei trasformatori con prese multiple, sempre adottando lo stesso circuito, anche se è vero che l'integrato LM 317 è un modello protetto termicamente.
Concludiamo qui la descrizione teorica del progetto dell'alimentatore duale, pubblicato in figura 1, citando per ultimi i due condensatori elettrolitici C13 e C14, i cui valori capacitivi sono stati assunti nelle misure più basse possibili, onde garantire la stabilità di funzionamento dei due integrati IC1 ed IC2. Questi valori possono essere elevati, soprattutto quando si debbano alimentare carichi che necessitano di impulsi di corrente anche notevoli. Ma una tale variazione provoca un conseguente ritardo nella limitazione di corrente. In altre parole, finché i condensatori d'uscita non saranno scaricati, il circuito potrà erogare forti correnti.

CONTROLLO DELLA STABILIZZAZIONE

Il procedimento di controllo del massimo valore di tensione al quale sussiste la stabilizzazione è il seguente. Prima su uno e poi sull'altro dei due canali di alimentazione si applica, ovviamente in parallelo fra loro e sulle uscite U1 ed U2, un tester commutato nella funzione di voltmetro per tensioni continue, possibilmente di tipo digitale ed una resistenza da 12 ohm - 10

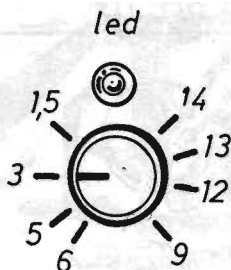



Fig. 5 - Non disponendo di un voltmetro in uscita, si potrà comporre, in corrispondenza delle manopole di regolazione delle tensioni, una piccola scala di valori, come qui segnalato.

W, mantenendo inizialmente i due potenziometri R5 ed R6 sui valori minimi. Poi si aumenta la tensione in uscita, inserendo e disinserendo, con manovre successive, la resistenza di carico ora citata. Ebbene, osservando il tester, si vedrà che questo, ad un certo punto, segnala una diminuzione di tensione, che diverrà sempre più accentuata a mano a mano che, agendo sui perni dei potenziometri R5 ed R6 si provvede a far aumentare la tensione d'uscita.

Il punto in cui la tensione comincia a diminuire deve essere assunto come quello del massimo valore di tensione stabilizzata derivabile dall'alimentatore. E in corrispondenza di tale valore di soglia si dovrà apporre, sul pannello frontale dell'apparecchio, in prossimità della manopola di regolazione, il numero segnalato dal voltmetro, che potrà essere quello di 14 Vcc, oppure di 13 Vcc. Tuttavia, volendo disporre di un margine di tensione superiore, anche non perfettamente stabilizzata, al di sopra dei valori di 13 ÷ 14 Vcc, si potranno trascrivere quelli di 15 ÷ 16 Vcc.

L'operazione di controllo della stabilizzazione ora descritta si può eseguire anche elettricamente, variando i valori delle resistenze R1 - R2.

In sede di taratura dei due canali di alimentazione del progetto di figura 1, potrà capitare che i valori massimi delle tensioni d'uscita stabilizzate risultino lievemente diversi fra loro. Per esempio, si potranno misurare 14,2 Vcc su U1 e 14,5 Vcc su U2, ma ciò dipende dalla natura dei componenti montati nel circuito che, pur essendo caratterizzati da valori nominali identici, in pratica assumono dimensioni leggermente diverse.

Le piccole differenze di tensione fra le due uscite del progetto, non pregiudicano la validità di impiego del dispositivo.

Fig. 6 - Piedinatura degli integrati stabilizzatori modello LM 317. Le tre lettere indicano rispettivamente il terminale regolatore (R), quello d'uscita (U) ed il terzo di entrata (E).

COLLEGAMENTI IN USCITA

Le boccole d'uscita dall'alimentatore sono cinque. Quella centrale contrassegnata con la sigla GDN (ground), che significa massa o terra, consente di connettere in un circuito di massa comune l'apparato, proteggendo l'operatore da eventuali contatti con la fase attiva della tensione di rete a 220 Vca, che viene applicata al dispositivo tramite il doppio interruttore S1. Le altre quattro, suddivise in due coppie, erogano le due tensioni continue e stabilizzate, provenienti dai due canali di alimentazione. Ma tutte queste, come segnalato negli schemi pubblicati nelle figure 7 - 8 - 9, possono essere variamente interconnesse, allo scopo di offrire al tecnico la possibilità di derivare dall'alimentatore tensioni con valori diversi da quelli rilevabili sulle due singole uscite U1 ed U2. Per esempio, volendo

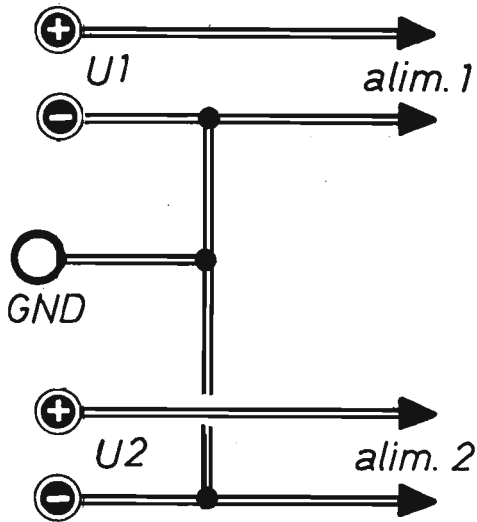



Fig. 7 - Esempio circuitale di impiego delle boccole d'uscita dell'alimentatore, che consente di disporre di alimentazione doppia, con linea negativa comune ma uscite positive separate.

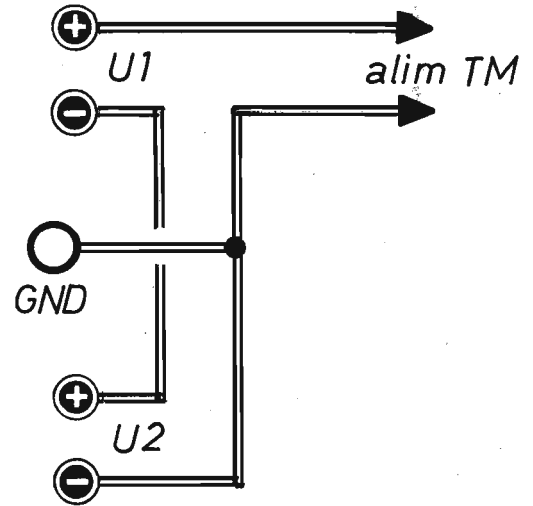



Fig. 8 - Collegamento in serie delle uscite dell'alimentatore, che consente di raggiungere la tensione massima (TM) possibile derivabile dall'apparato.

disporre di un'alimentazione doppia, ovvero un'uscita con due tensioni separate, anche di valore diverso, ma entrambe positive rispetto al terminale GDN, basta realizzare il circuito di figura 7, nel quale ambedue le linee a tensione negativa sono in comune tra loro e con la massa, mentre quelle positive sono separate e interdipendenti.
La massima tensione in uscita TM (tensione massima) si raggiunge tramite le connessioni

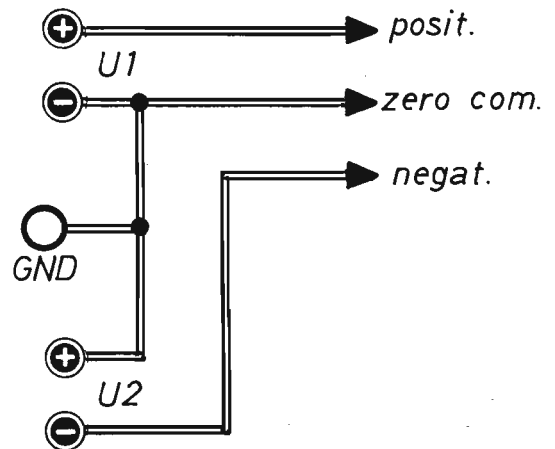



Fig. 9 - Sistema interconnettivo delle boccole d'uscita più congeniale, chiamato pure di alimentazione duale.

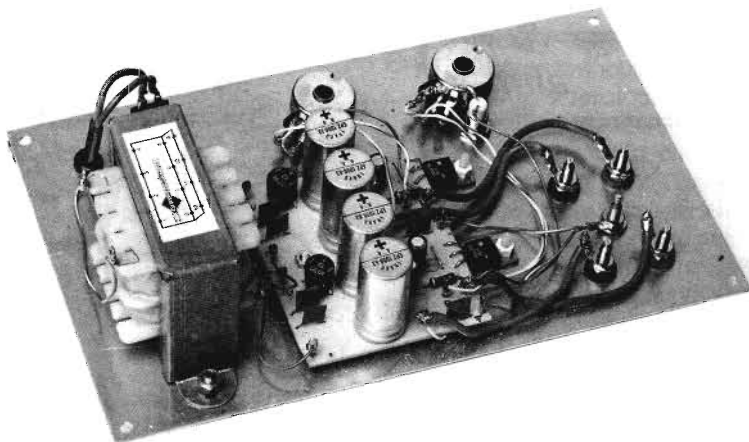



Fig. 10 - Si noti, in questa foto, l'impiego di condensatori ceramici ed elettrolitici e le poche resistenze di piccola potenza. Ma, soprattutto, conviene distinguere fra loro i conduttori di minimo diametro da quello di più grosso diametro.

presentate nello schema di figura 8. Si tratta infatti di comporre un collegamento del tipo in serie delle due uscite U1 ed U2, il cui valore di tensione risultante è dato dalla somma delle due massime tensioni raggiungibili con i due canali di alimentazione. Per esempio, se le tensioni massime di questi sono uguali e valgono entrambe 14 Vcc, la tensione disponibile nello schema di figura 8 è di 28 Vcc.
Il circuito presentato in figura 9 interpreta il sistema interconnettivo più usuale delle boccole d'uscita dell'alimentatore, quello per cui è stato principalmente progettato il dispositivo descritto in questa sede, che prende appunto il nome di alimentatore duale.
Un'ultima utilizzazione delle boccole d'uscita dell'apparecchio può essere quella del collegamento a massa, ossia con GDN, di una soltanto delle due linee di alimentazione negativa.

MONTAGGIO DELL'ALIMENTATORE

La pratica realizzazione dell'alimentatore duale si effettua in due tempi diversi. Dapprima si compone il modulo elettronico vero e proprio, secondo il piano costruttivo pubblicato in figura 2, poi si completa l'opera costruendo il cablaggio su una delle due facce di una lastra di alluminio in funzione di pannello frontale di chiusura di un contenitore di tipo commerciale. Ovviamente, per il completamento di quest'ultima parte, ci si dovrà attenere a quanto illustrato nello schema di figura 4 e nelle foto delle figure 10 e 11. La foto di apertura del presente articolo, invece, interpreta la composizione del pannello frontale dell'alimentatore, visto dalla parte della faccia operativa.
Per quanto riguarda la costruzione del modulo elettronico di figura 2, ricordiamo che questo va realizzato su una basetta di materiale isolante, di forma rettangolare, delle dimensioni di 6 cm x 7 cm, su una delle cui facce si deve comporre il circuito stampato, riportato nel disegno a grandezza reale di figura 3.
Le due alette di raffreddamento, dei due integrati stabilizzatori IC1 ed IC2, debbono essere fissate, tramite viti e dadi di plastica, cioè di materiale isolante, alla lastra di alluminio del pannello frontale dell'alimentatore, dopo aver interposto un foglietto di mica isolante asperso di grasso al silicone. Soltanto in previsione di impieghi gravosi del dispositivo, i due integrati dovranno essere diversamente montati prevedendo per essi due grossi dissipatori di alluminio alettati e ben ventilati. Conseguentemente, anche il contenitore sarà provvisto di larghi fori per la necessaria ventilazione. In ogni caso, prima di effettuare le saldature a stagno, fra i piedini dei due integrati stabilizzatori e i corrispondenti terminali del circuito stampato, il lettore dovrà prendere visione di quanto illustrato in fi-

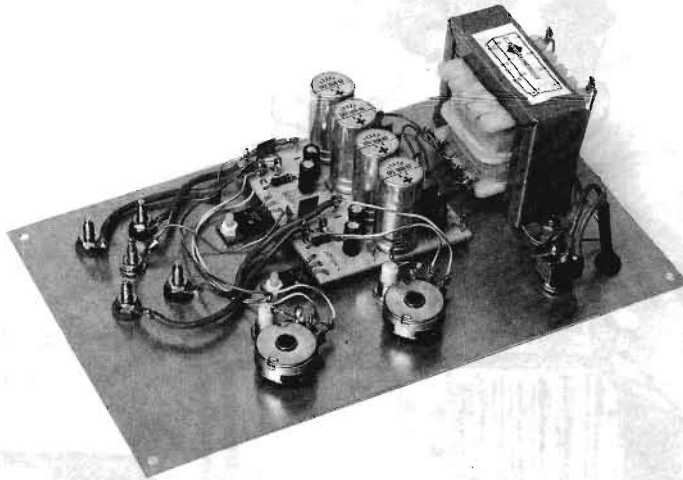
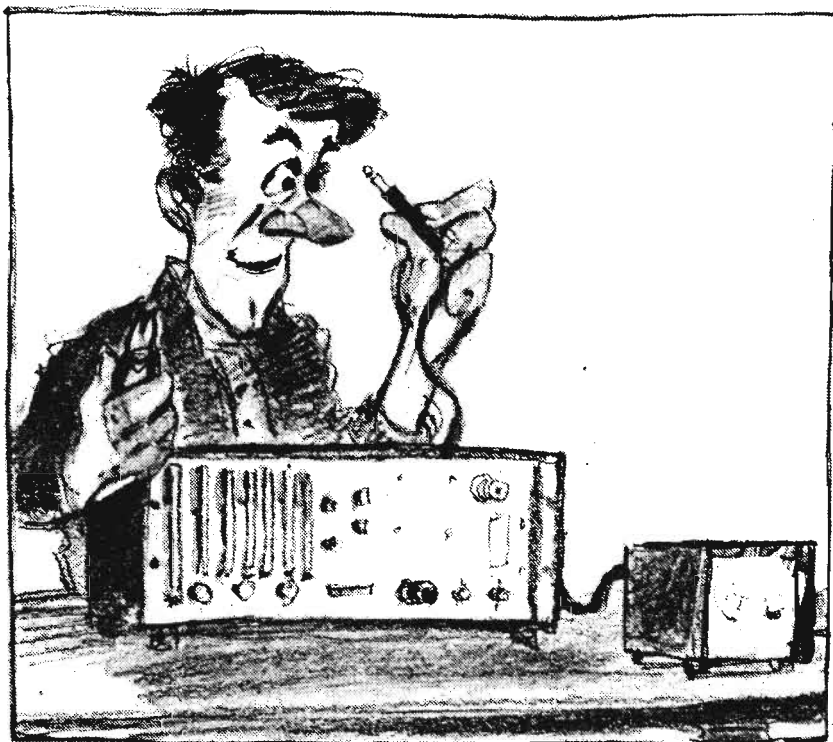



Fig. 11 - In questa foto si possono facilmente intravedere le viti, con i corrispondenti dadi di fissaggio, di plastica, che stringono le alette di raffreddamento dei due integrati stabilizzatori sulla lastra di alluminio.

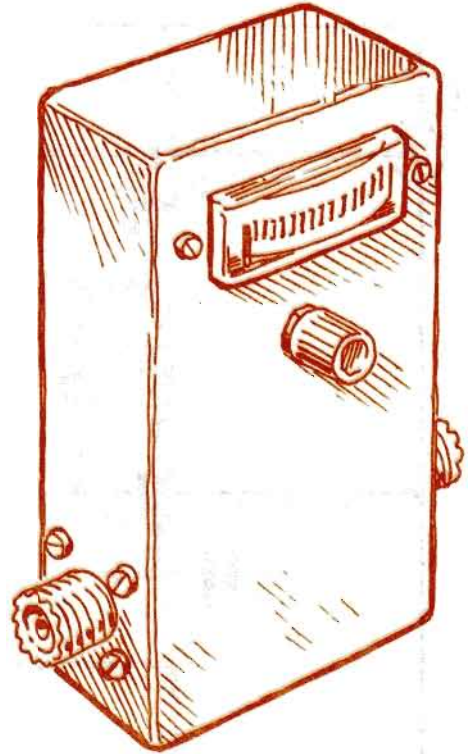
gura 6, dove le sigle R - U - E segnalano le esatte posizioni degli elettrodi di Regolazione - Uscita - Entrata dei due modelli LM 317 di stabilizzatori prescritti per la realizzazione dell'alimentatore duale.
Per quanto attiene il completamento del modulo elettronico, raccomandiamo di non dimenticare l'inserimento dei due ponticelli, che nello schema di figura 2 si possono notare in prossimità di IC1 ed IC2 e che realizzano la continuità circuitale delle piste di rame. Questi due ponticelli sono rappresentati da altrettanti spezzoni di filo di rame rigido; senza la loro presenza, l'alimentatore non funziona.
Una volta composto il modulo elettronico, si deve iniziare il lavoro di cablaggio su una delle due facce di una lastra di alluminio, destinata a fungere da pannello di chiusura di un mobiletto di materiale isolante. Per il quale, i nostri tecnici si sono serviti di un contenitore TEKO mod. P/4, con le seguenti dimensioni: 21,5 cm (larghezza) x 13 cm (altezza) x 7,7 cm (profondità).
Il cablaggio, come è stato detto, si esegue tenendo sott'occhio lo schema di figura 4 e le foto riprodotte nelle figure 10 e 11, tenendo presente che i conduttori disegnati in nero, in figura 4, debbono essere di piccolo diametro, mentre quelli più chiari, a doppio tratto, dovranno avere un diametro di almeno 1 mm.
Il trasformatore T1, fissato sulla destra del pannello di figura 4, deve avere obbligatoriamente due avvolgimenti secondari separati; i modelli con avvolgimento secondario a presa centrale non possono essere utilizzati per questo montaggio.
In serie con il doppio interrutore S1 si consiglia di inserire un fusibile ritardato da 0,7 A, onde disporre di una completa protezione dell'alimentatore, soprattutto durante gli impieghi non sorvegliati.
I due potenziometri a variazione lineare R5 - R6 consentono all'operatore di regolare la tensione d'uscita dei due canali nella misura desiderata, per la quale sarebbe utile, sia pure per realizzare una costruzione a carattere completo e professionale, la presenza in uscita di due voltmetri. Tuttavia, in assenza di questo utilissimo monitoraggio, si possono comporre, in corrispondenza delle due manopole di regolazione, innestate sui perni dei due potenziometri, due scale di valori, come segnalato in figura 5.
Per la composizione delle scale di figura 5 occorre applicare in uscita un voltmetro, ossia un tester commutato nelle funzioni voltmetriche a tensione continua e sulla scala dei 15 Vcc f.s. Si tenga presente che, il diodo led, posizionato sopra la manopola, si accende soltanto al di sopra di 1,5 ÷ 2 Vcc. Al di sotto di questi valori il led rimane spento.

ROSMETRO PASSANTE

Uno dei maggiori problemi, di chi opera nel settore della radiofrequenza, soprattutto in presenza di potenze notevoli, è certamente quello di rendere compatibili i funzionamenti di alcuni apparati destinati a lavorare contemporaneamente. È facile, infatti, acquistare, presso i mercati surplus, i più disparati modelli di trasmettitori, amplificatori, antenne, cavi, filtri, carichi ed altro ancora, per accoppiarli poi senza ottenere i risultati sperati, ma attribuendo a questi, troppo frettolosamente, l'origine di tanti piccoli insuccessi: spesso perché si ritengono le appa-

Per controllare la misura di energia a radiofrequenza, trasmessa da un sistema ad un altro, occorre un particolare strumento, che può essere acquistato in commercio, ma che conviene realizzare nel proprio laboratorio dilettantistico.

Per raggiungere il massimo trasferimento di energia tra sorgente e carico.

Per semplificare la conoscenza di alcuni fenomeni a radiofrequenza.

Per raggiungere il corretto funzionamento di molte apparecchiature.

recchiature prive di adattamenti di impedenza o, più semplicemente, delle necessarie tarature, messe a punto dei circuiti d'ingresso e di uscita o di accoppiamenti più o meno laschi. Anche perché è risaputo che il massimo trasferimento di energia, tra una sorgente ed un carico, si raggiunge, teoricamente, quando le impedenze dei due elementi sono uguali. E il mancato rispetto di tale principio, non soltanto impedisce il maggior passaggio di energia fra due circuiti, ma provoca uno scambio reattivo, che si manifesta tramite un continuo riversamento energetico da un serbatoio all'altro, con inevitabili, conseguenti perdite e formazione di fenomeni parassiti che, raggiungendo valori elevati, provocano surriscaldamenti e danneggiamenti ai componenti elettronici interessati. Appare quindi evidente l'importanza di misurare, in modo agevole, l'adattamento o il disadattamento di impedenza, visto che conoscerlo o prevederlo è spesso assai difficile ed impreciso. Sia pure per il fatto che, nel settore della radiofrequenza, ovvero nei circuiti a parametri distribuiti, gli adattamenti di impedenza debbono essere rispettati in tutti i punti di collegamento, non soltanto mediamente sull'intero impianto, perché molti danni possono derivare dai soli disadattamenti locali, per i quali un esempio si impone su tutti: quello dell'antenna centralizzata di un condominio, dove il collegamento scorretto, anche di una sola discesa, è sufficiente per compromettere il funzionamento di altre parte dell'impianto collettivo.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Mentre le misure dei disadattamenti di impedenza non sono mai semplici e richiedono, da parte dell'operatore, grande esperienza, gli stessi guai che i disadattamenti provocano possono risultare di grande aiuto nell'approntare

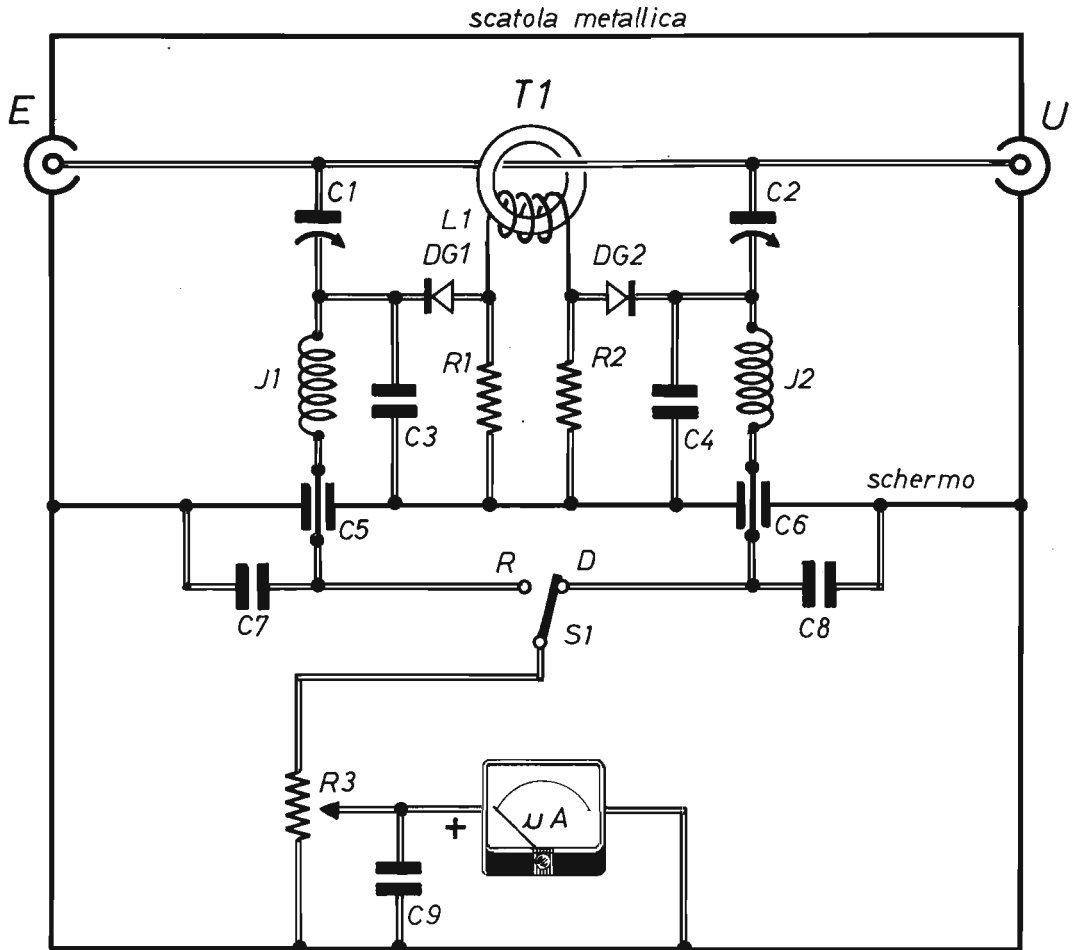



Fig. 1 - Progetto del rosmetro descritto nel testo. Le lettere maiuscole R e D, riportate in corrispondenza del commutatore S1, segnalano i segnali riflessi e quelli diretti. Il potenziometro R3 regola la sensibilità dello strumento.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 2 ÷ 10 pF (compensatore)
C2 = 2 ÷ 10 pF (compensatore)
C3 = 330 pF (ceramico)
C4 = 330 pF (ceramico)
C5 = 1.000 pF (condens. pass.)
C6 = 1.000 pF (condens. pass.)
C7 = 4.700 pF (ceramico)
C8 = 4.700 pF (ceramico)
C9 = 10.000 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 10 ohm - 1/4 W
R2 = 10 ohm - 1/4 W
R3 = 22.000 ohm - (potenz. lin.)

Varie

T1 = trasf. (vedi testo)
DG1 = diodo al germanio (quals. mod.)
DG2 = diodo al germanio (quals. mod.)
J1 = imp. RF (500 μH)
J2 = imp. RF (500 μH)
S1 = comm. (1 via - 2 posiz.)
μA = microamperometro (100 μA f.s.)

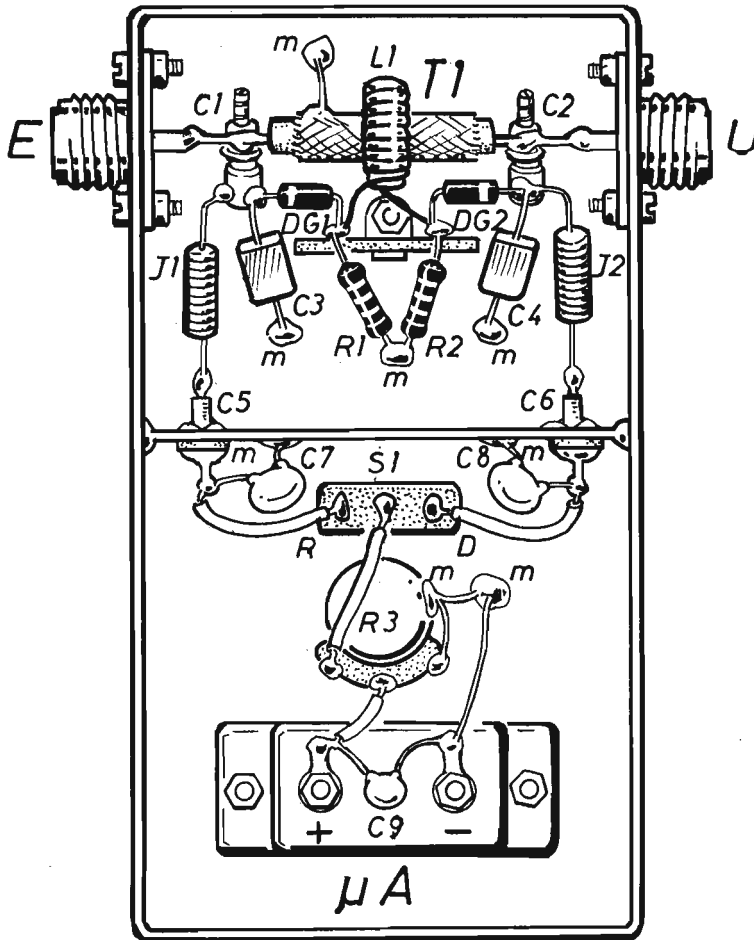



Fig. 2 - Piano costruttivo, realizzato in contenitore di lamiera stagnabile, del rosmetro presentato in questa sede. Lo schermo trasversale separa lo stadio a radiofrequenza da quello di misura visibile in basso.

un sistema di misure non troppo complesso. Ed è proprio su questo concetto che ci siamo appoggiati per progettare il dispositivo descritto qui di seguito, considerando il comportamento elettromagnetico del disadattamento e dei suoi conseguenti rimbalzi di energia ed immaginando che, al segnale convogliato da un circuito ad un altro, si sovrappongono delle onde stazionarie, in entrambi i sensi, con un continuo rimbalzo di energia reattiva e conseguenti perdite a danno della sorgente. In sostanza, si è pensato di utilizzare, come misura del disadattamento, il rapporto fra le onde stazionarie e quelle utili (R.O.S.), con uno strumento che prende appunto il nome di "rosmetro" e che riesce pure a misurare i flussi di energia nelle due direzioni, quella normale e l'altra di opposizione, con i seguenti risultati: quanto più elevato è il flusso di energia nella direzione sorgente-carico, tanto maggiore dovrà ritenersi l'adattamento fra le due entità. Al contrario, quanto più elevato è il flusso di energia tra carico e sorgente, tanto più grande sarà il disadattamento fra le parti in esame.

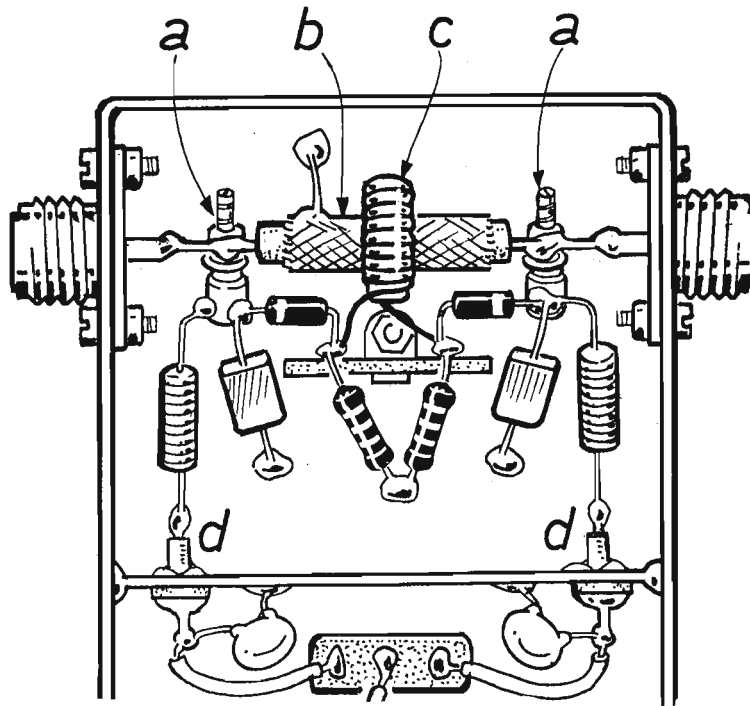



Fig. 3 - Dettagli costruttivi della sezione a radiofrequenza del rosmetro. Si notano: il trasformatore realizzato su nucleo toroidale (particolari b - c), i compensatori per la taratura del circuito (particolari a) e i condensatori passanti (particolari d).

La configurazione circuitale del dispositivo presentato in questa sede, pur risultando semplice e facile da costruire, richiede, da parte del montatore, una certa esperienza nel settore delle realizzazioni di apparati a radiofrequenza. Ai meno esperti, quindi, prima di cimentarsi in questo lavoro, consigliamo di leggere le poche e successive note teoriche che, in qualche misura, possono completare la preparazione del lettore in un campo dell'elettronica non del tutto familiare.

CHE COS'È IL ROSMETRO

Da quanto finora detto, si è potuto intuire che il rosmetro è lo strumento in grado di rilevare l'adattamento di impedenza fra i vari elementi che compongono un sistema di trasferimento di energia, per esempio fra una stazione trasmittente e l'antenna. Ma cominciamo col ricordare che la denominazione di rosmetro significa esattamente: misuratore del Rapporto di Onde Stazionarie. Questo è pure conosciuto con il termine anglosassone equivalente di swr-meter (standing wave ratio). Dunque, il rosmetro è uno stumento che valuta il R.O.S.
Le onde stazionarie costituiscono un particolare fenomeno caratteristico dei trasmettitori, ma queste si presentano pure in molte altre occasioni e si manifestano anche in altre apparecchiature. In ogni caso, il fenomeno delle onde stazionarie prende avvio quando non esiste un perfetto adattamento di impedenza tra la linea di trasmissione, rappresentata dal cavo coassiale e dal carico, ossia dall'antenna e l'apparato trasmittente.
Il fenomeno delle onde stazionarie, come si è potuto fin qui capire, è abbastanza complesso per essere analizzato dettagliatamente, dato che

richiederebbe una sequenza di interpretazioni matematiche non sempre gradite al lettore. Possiamo invece ricordare che, quando un segnale elettrico, dopo aver attraversato una linea di trasmissione, raggiunge un carico, viene da questo completamente assorbito soltanto se il valore di impedenza è pari a quello della linea di trasmissione. In caso contrario, parte del segnale ritorna indietro, generando un nuovo segnale riflesso che è causa di molti inconvenienti come, ad esempio, la distorsione o, peggio, il sovraccarico del generatore di energia. Un tale fenomeno è tanto più evidente quanto maggiore è la discordanza di impedenza tra la linea di alimentazione ed il carico.
L'onda riflessa, dunque, è una forma di energia passiva, che non viene irradiata dall'antenna, nel caso di una stazione trasmittente, ma che va a sovraccaricare il trasmettitore.
Il R.O.S. viene espresso mediante la seguente formula:

$$\text{R.O.S.} = \frac{\textbf{energia diretta + energia riflessa}}{\textbf{energia diretta - energia riflessa}}$$

Normalmente il R.O.S., oltre che venir espresso tramite un numero, per esempio 1,25, rimane segnalato attraverso un rapporto, per esempio 1,25 : 1, ma il concetto non cambia.
In pratica, un R.O.S. di 1 : 1 segnala la presenza di un sistema perfettamente adattato, mentre un rapporto molto elevato indica disadattamento tra le parti in esame.

CIRCUITO DEL ROSMETRO

Il progetto del rosmetro è pubblicato in figura 1. Come si può notare, si tratta di un circuito a ponte, costruito attorno ad un trasformatore di corrente indicato con la sigla T1.
L'avvolgimento primario di T1 è costituito da una sola spira aperta, praticamente realizzata con un tratto di cavo schermato, infilato in un nucleo toroidale, sul quale è composto l'avvolgimento secondario a più spire. Con questo sistema si realizza uno schermo di Faraday tra avvolgimento primario ed avvolgimento secondario, nel quale lo schermo è rappresentato dalla calza metallica del cavo, che isola gli avvolgimenti dagli effetti capacitivi.
Sui terminali dell'avvolgimento primario si stabilizza una caduta di tensione che dipende dalla corrente che scorre in quel punto del cavo, come se si trattasse di una resistenza inserita fra l'entrata E e l'uscita U del circuito di figura 1.
L'avvolgimento secondario alimenta un partito-

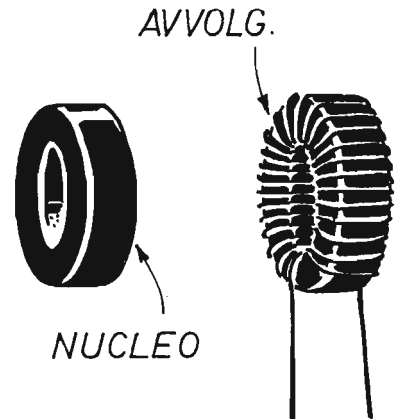



Fig. 4 - A sinistra di figura è riprodotto il nucleo toroidale sul quale si costruisce il trasformatore T1; sulla destra si nota l'avvolgimento secondario del trasformatore, realizzato con sessanta spire equidistanti di filo di rame smaltato del diametro di 0,30 mm.

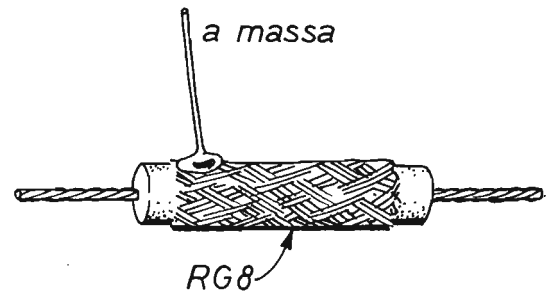



Fig. 5 - La spira aperta, che rappresenta l'avvolgimento primario del trasformatore T1, è costituita da uno spezzone di cavo coassiale RG8, dal quale è stata eliminata la guaina isolante di plastica.

re di tensione rappresentato dalle due resistenze R1 - R2 assolutamente uguali nei valori e dello stesso tipo antiinduttivo per radiofrequenza, ovvero ad impasto. Il punto centrale di R1 - R2 è collegato a massa. Pertanto, sui terminali di R1 è presente un segnale in fase con la corrente di ritorno, se questa è presente, mentre sui terminali di R2 si stabilisce la tensione caratteristica del segnale, di valore proporzionale a quello della corrente diretta. Ovviamente, invertendo il senso dell'avvolgimento in T1, i fenomeni si invertono e per ristabilire il corretto funzionamento è sufficiente, in tal caso infilare lo spezzone di cavo schermato, nel toroide, in senso contrario.
Dopo i due partitori di tensione resistivi ora analizzati, si notano altri due partitori di tensione capacitivi, composti tramite le due coppie C1 - C3 e C2 - C4. In particolare, C1 e C2 sono rappresentati da altrettanti compensatori, mentre C3 e C4 sono condensatori fissi di tipo ceramico.
Nel punto centrale dei due partitori di tensione capacitivi, sempre rispetto a massa, come nel caso dei due partitori resistivi, è presente un segnale in fase con la tensione rilevabile sul collegamento.
Combinando, tramite il diodo al germanio DG1, la tensione presente sul punto centrale di C1 - C3 con il segnale di corrente, si ottiene una tensione continua, proporzionale al segnale di ritorno, poiché in tal caso la corrente di andata tende ad annullare il relativo segnale sul condensatore C7, tenuto conto della fase.
Ragionando in modo analogo, si conclude che, un segnale legato all'onda diretta, è presente sul condensatore C8. La commutazione di S1 consente di valutare ora l'uno e ora l'altro dei due segnali:

R = segnale riflesso
D = segnale diretto

MONTAGGIO

Prima di iniziare il lavoro di montaggio del circuito del rosmetro, il cui piano costruttivo è pubblicato in figura 2, il lettore dovrà procurarsi tutti i componenti elettronici necessari, iniziando con il trasformatore T1, che non è un componente commerciale ed il cui avvolgimento secondario deve essere composto direttamente dal montatore. Cominciamo dunque col descrivere questa particolare composizione, per la quale si deve acquistare un nucleo toroidale AMIDON T68-2 (colore rosso), il cui diametro esterno misura 18 mm circa. Si osservi quindi la

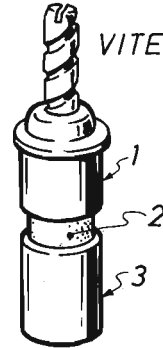



Fig. 6 - I due compensatori, montati nel circuito del rosmetro, si presentano, esteriormente, nel modo qui segnalato. Le due armature (1 - 3) sono isolate tramite uno strato dielettrico ceramico (2). Intervenendo sulla vite, variano i valori capacitivi del componente.

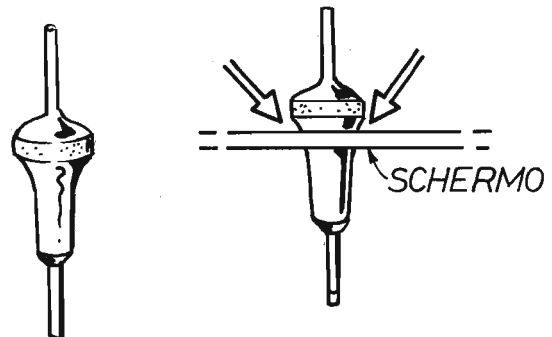
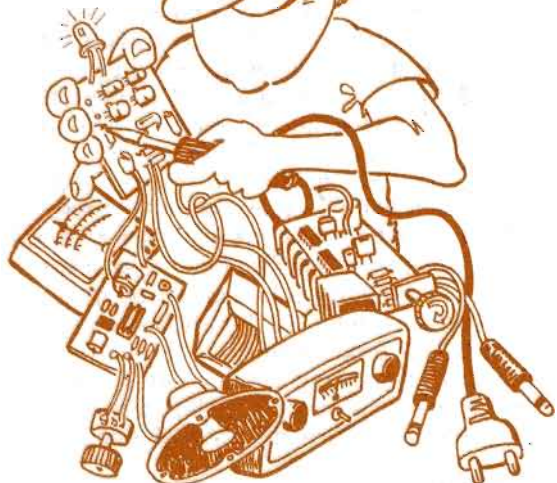



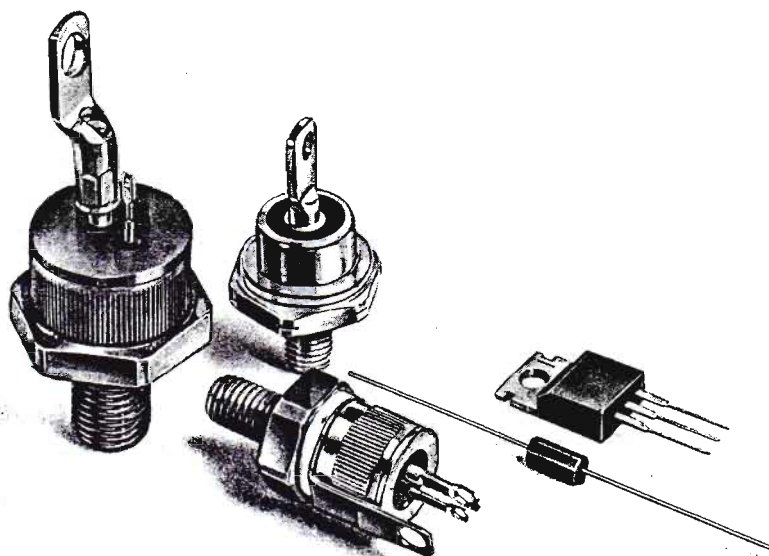
Fig. 7 - I condensatori passanti, configurati nel modello riportato a sinistra di figura, debbono rimanere inseriti nello schermo metallico nel modo indicato a destra. Le saldature a stagno si realizzano nei punti segnalati dalle frecce.

figura 4 dove, sulla sinistra, è rappresentato il nucleo toroidale e, sulla destra, l'avvolgimento completo del secondario, le cui spire, in numero di sessanta (60), sono ugualmente distribuite, ovvero equidistanti per quanto attiene la spaziatura lungo la superficie utile dell'anello.
Il filo da impiegare per l'avvolgimento deve essere di rame smaltato del diametro di 0,30 mm.
Naturalmente, prima di saldare i terminali dell'avvolgimento su quelli di un piccolo ancoraggio, ben evidenziato nello schema dettagliato di figura 3, i conduttori dovranno essere raschiati, con lo scopo di eliminare tutto lo smalto isolante ed evidenziare la lucentezza del metallo.
L'avvolgimento primario di T1, qui rappresentato da una spira aperta, si identifica con lo spezzone di cavo coassiale RG8, riprodotto in figura 5, il quale va inserito dentro il nucleo toroidale del trasformatore T1; si tenga presente che, dallo spezzone di cavo, come segnalato in figura 5, va eliminata la guaina isolante esterna.
Dentro il contenitore metallico si realizza in un primo tempo la sezione a radiofrequenza, quella pubblicata in figura 3 e, soltanto successivamente, si monta la parte che rimane al di là del lamierino separatore orizzontale. Ma ciò che più conta è l'attenersi scrupolosamente alla distribuzione dei componenti elettronici da noi indicata, che per nessun motivo deve differenziarsi da quella di figura 3.
Tra i due bocchettoni di entrata e di uscita, entrambi di tipo PL 259, e fra i terminali del trasformatore T1, si debbono inserire i due compensatori C1 e C2 (particolari "a" di figura 3). Questi due elementi sono costruiti nel modo illustrato in figura 6. In essi, le due armature (part. 1 - 3) rimangono isolate per mezzo di un dielettrico ceramico (part.2). La vite, sporgente dalla parte superiore del componente, rimane collegata elettricamente con l'armatura 1. La capacità varia avvitando o svitando più o meno la vite di taratura.
Lo schema di figura 3 mostra come l'armatura 1 sia direttamente saldata a stagno con il bocchettone ed un terminale del trasformatore T1 (part. "a"), mentre la seconda armatura è collegata con un terminale del diodo al germanio, di un condensatore e di un'impedenza RF. Gli altri due terminali, delle due impedenze RF, conducono i segnali al di là della piastrina metallica di separazione per mezzo di due condensatori passanti (C5 - C6), la cui espressione esteriore è quella riportata sulla sinistra di figura 7. Sulla destra di questa stessa figura viene interpretata l'operazione di inserimento e saldatura a stagno del condensatore passante, il cui valore capacitivo deve essere sicuramente di 1.000 pF e non inferiore a tale misura.
Dopo aver infilato i due condensatori passanti nei rispettivi fori, in precedenza praticati sullo schermo separatore, le saldature a stagno verranno effettuate nei punti indicati con le frecce in figura 7, mantenendo in posizione il componente con una pinza.
La parte circuitale, in basso di figura 2, si completa inserendo i due condensatori ceramici C7 - C8, il commutatore ad una via e due posizioni S1, che consente di valutare i due segnali R (riflesso) e D (diretto), il potenziometro R3, che regola la sensibilità ed il microamperometro µA da 100 µA fondo-scala.
A montaggio avvenuto il contenitore metallico verrà chiuso completamente, allo scopo di renderlo insensibile ad eventuali segnali esterni.

TARATURA

La taratura del dispositivo testè descritto è valida soltanto per un determinato valore di impedenza, per esempio quella assai comune di 50 ohm. Ma questa deve essere rifatta se si utilizzano circuiti a 75 ohm. Meglio sarebbe, tuttavia, realizzare un rosmetro per ogni valore di impedenza dei circuiti in esame, con lo scopo di ottimizzare anche i cavi ed i bocchettoni usati per la realizzazione. Ad ogni modo le operazioni di taratura del rosmetro si eseguono nella seguente maniera.
Inizialmente si collega, sul bocchettone d'uscita U, un carico di precisione per radiofrequenza assolutamente corretto, mentre sul bocchettone d'entrata E si applica la sorgente di segnale, dopo essersi accertati che questa possiede il valore di impedenza richiesta. Quindi si commuta S1 su R (riflesso) e si tara C1 in modo che il microamperometro non dia alcuna segnalazione (segnalazione nulla). Poi, dopo aver impostato con il potenziometro R3 il livello di sensibilità voluto, partendo con il cursore spostato verso massa, ma non troppo lontano da questa, si ruota lentamente il perno di R3 per raggiungere il lato caldo, onde perfezionare la taratura.
Successivamente si scambiano i collegamenti del carico e della sorgente, applicando il primo su E e la seconda su U e commutando S1 nella posizione D (segnale diretto). Si tara quindi il compensatore C2 per una segnalazione nulla del microamperometro.

CORSO ELEMENTARE DI ELETTRONICA

DIAC E TRIAC

Il dispositivo più semplice, fra i tre noti commutatori statici, DIAC, TRIAC ed SCR, è certamente il primo, se considerato nel suo aspetto funzionale. Perché, costruttivamente, tale semiconduttore è assai complesso, essendo realizzato con cinque strati di materiale P ed N, sovrapposti nella successione NPNPN. Ma al principiante di elettronica la struttura fisica del componente interessa in misura assai inferiore a quella del suo impiego e del comportamento pratico in ogni tipo di applicazione. Dunque, dopo aver ricordato che il simbolo elettrico, universalmente adottato negli schemi teorici, è quello riportato in figura 1 e che il termine DIAC significa Diode Alternate Current, ovvero "diodo per corrente alternata", invitiamo il lettore a considerare il diagramma di figura 2, che esprime analiticamente la caratteristica del diodo e che va interpretato nel seguente modo.
Premesso che il DIAC, contrariamente a quanto si può arguire osservando il simbolo elettrico di figura 1, nel quale si distinguono due anodi, "anodo 1 - anodo 2", non è un elemento polarizzato e va utilizzato come una normale resistenza, supponiamo di applicare, sui due elettrodi disponibili, una tensione alternata, per esempio quella di rete, ma regolabile manualmente fra il valore 0 Vca e 220 Vca. Ebbene, realizzando il circuito sperimentale di figura 3, ci si accorgerebbe che, fino ad un certo valore di tensione, caratteristico di ogni modello di semiconduttore, la corrente che attraversa il DIAC rimane pressocché nulla, fatta eccezione per una debole corrente di perdita. Poi, raggiunto un certo valore di tensione di innesco, la corrente aumenta e rimane praticamente regolata dal carico esterno. Nel diagramma di figura 2, la tensione di innesco, chiamata pure tensione di break-over, è stata fissata, a solo scopo indicativo, nel valore di 30 V.
Si può ora dire che il DIAC agisce come un interruttore automatico, che si autoinnesca nel momento in cui viene superato il valore della propria tensione di soglia. Naturalmente, questo stesso comportamento, in virtù della struttura simmetrica del diodo, si manifesta sia in presenza di sole tensioni negative, sia di quelle positive.

CIRCUITO SPERIMENTALE

Coloro che, pur avendo assimilato i concetti teorici ora citati, volessero sperimentare praticamente il comportamento del DIAC, potranno realizzare il circuito di figura 3, facendo bene attenzione a premunirsi contro i pericoli delle scosse della tensione di rete. Che possono essere scongiurati servendosi di un cacciavite "cercafase" per elettricisti ed individuando, con questo, fra i due conduttori, quello neutro, che deve rimanere collegato nel modo indicato nello schema di figura 3.
Questo esperimento, oltre che interpretare il comportamento del DIAC, può servire per individuare la tensione di innesco del componente, quando questa sia sconosciuta. Infatti, iniziando la prova con il cursore del potenziometro R2 commutato tutto verso il neutro, ci si accorgerà che il diodo led DL rimane spento e che l'indice del tester, commutato nelle misure voltmetriche alternate e sulla portata di 250 Vca fondo-scala, rimane fermo sul valore di 0 Vca. Poi, ruotando lentamente il perno di R2, pur osservando un corrispondente aumento della tensione alternata sotto misura, si constaterà che il led DL rimane ancora spento. Ma la progressiva rotazione del perno di R2, ad un certo momento provoca la completa accensione del led, perché sugli elettrodi del DIAC viene ora applicata la tensione di innesco, che varia fra un modello e l'altro e che generalmente si aggira intorno ai 20÷30 V. Questo valore di tensione viene esattamente indicato dallo strumento ad indice.
Il campo di applicazione del DIAC è normalmente ristretto ai circuiti di comando dei TRIAC sui quali, qui di seguito, ci soffermeremo.

IL TRIAC

Il TRIAC presenta una struttura fisica interna analoga a quella del DIAC, ma in esso è stata aggiunta un'ulteriore giunzione, alla quale è applicato un terzo elettrodo, quello di "gate" o "porta", come segnalato nel corrispondente simbolo elettrico, adottato nella composizione degli schemi teorici e pubblicato in figura 4.
Si può anche dire che il TRIAC è un parente stretto dell'SCR, dato che la sua composizione scaturisce dal collegamento di due diodi in antiparallelo, come indicato in figura 5. Ma i suoi elettrodi, anziché chiamarsi anodo-catodo-gate, come avviene nel diodo SCR, vengono denominati, rispettivamente, anodo 1 - anodo 2 - gate, come riportato nel simbolo teorico di figura 4.
Anche per il TRIAC, come per l'SCR, esistono

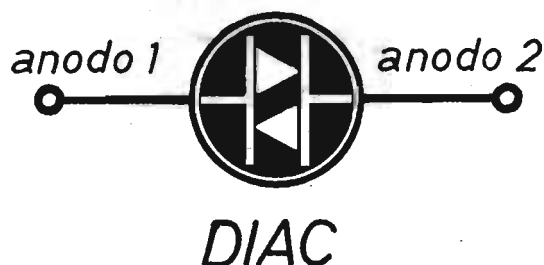



Fig. 1 - Simbolo elettrico del DIAC (Diode Alternate Current) normalmente adottato nella composizione dei circuiti teorici. Trattandosi di un componente simmetrico, la segnalazione, qui riportata, di "anodo 1 - anodo 2", assume soltanto valore indicativo, giacché il semiconduttore viene praticamente utilizzato come una comune resistenza, senza tener conto della posizione dei due elettrodi.

due espressioni molto comuni in commercio, quelle riportate in figura 6, che appaiono completamente uguali a quelle dei diodi controllati e che, proprio per tale motivo, possono generare nella mente del principiante grande confusione. Ciò che cambia, invece, è l'applicazione pratica dei due componenti e la denominazione dei loro elettrodi.
Il TRIAC gode della proprietà di condurre cariche elettriche in entrambi i sensi, ossia dall'anodo 1 all'anodo 2 e viceversa ed il fenomeno della conduzione può essere comandato tramite impulsi di corrente sull'elettrodo di gate.
Il diagramma di figura 7 interpreta, con i suoi quattro quadranti, i quattro possibili modi operativi del TRIAC, in funzione delle polarità degli anodi e delle correnti sul gate. Queste stesse condizioni elettriche vengono ulteriormente interpretate nello schema di figura 8. Dove si può osservare che gli impulsi forniti al gate, per innescare la conduzione del TRIAC, assumono normalmente la medesima polarità dell'anodo 2. In altre parole, se a2 è positivo rispetto ad a1, si raggiunge la conduzione del componente, in corrispondenza di una certa tensione applicata, elevando il gate a potenziale positivo rispetto ad a1; viceversa, se a1 è positivo rispetto ad a2, si ottiene la conduzione di corrente, attraverso il dispositivo, fornendo al gate un impulso di verso opposto al precedente.
L'interdizione del TRIAC, che viene sempre impiegato in circuiti in corrente alternata, si

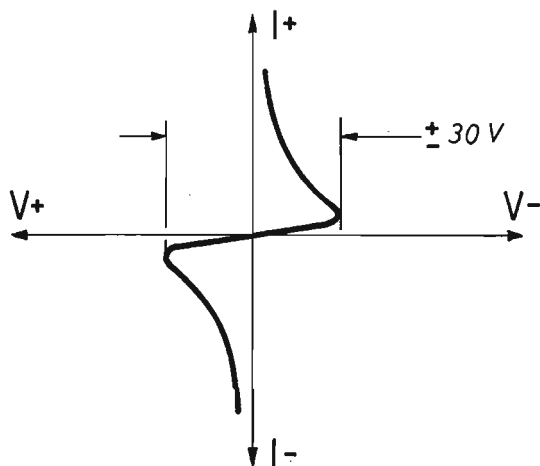



Fig. 2 - Diagramma caratteristico del diodo DIAC. Tutte le tensioni, variabili, positive o negative, possono promuovere il flusso di corrente attraverso il semiconduttore, purché queste superino un certo valore di soglia, proprio di ogni modello ma che, generalmente, si aggira intorno al 20 ÷ 30 V.

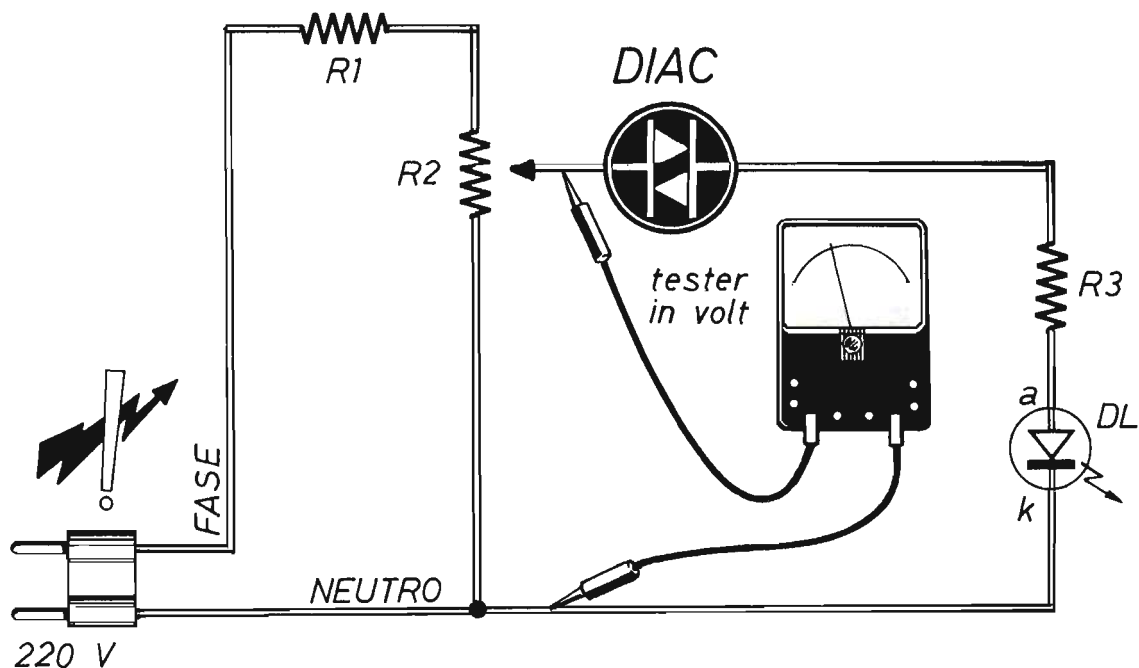



Fig. 3 - Circuito sperimentale in grado di verificare il comportamento elettrico del DIAC e, soprattutto, di misurarne la tensione di soglia, altrimenti chiamata di "break-over".

COMPONENTI

Resistenze

R1 = 15.000 ohm - 2 W
R2 = 10.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R3 = 10.000 ohm - 1 W

Varie

DL = diodo led (quals. tipo)
DIAC = quals. modello

Fig. 4 - Simbolo teorico del TRIAC comunemente impiegato nella realizzazione figurativa dei progetti elettronici. Si noti la presenza dei tre elettrodi caratteristici del semiconduttore: anodo 1 (a1) - anodo 2 (a2) - gate (g).

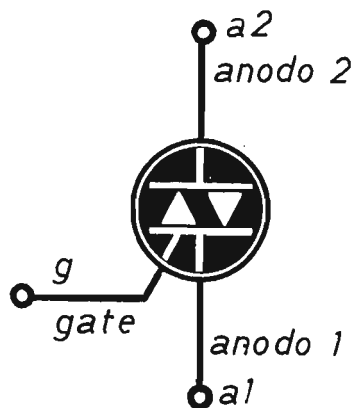
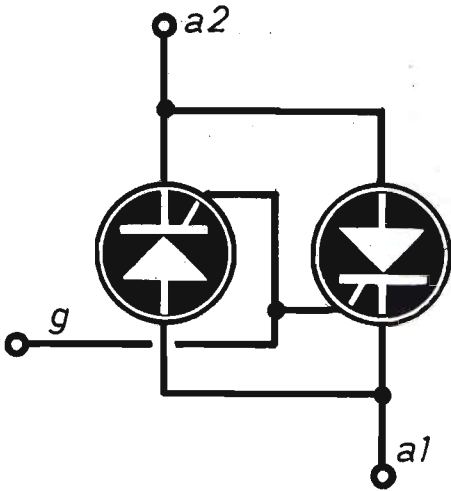



Fig. 5 - Il TRIAC, strutturalmente, costituisce la risultante del collegamento, in antiparallelo, di due diodi.

raggiunge annullando la differenza di potenziale sui suoi elettrodi.
Anche se il diagramma di figura 7 e lo schema di figura 8 dimostrano che il funzionamento del TRIAC è possibile in tutte e quattro le condizioni, il componente viene generalmente utilizzato soltanto nei sistemi segnalati nei quadranti QI e QIII.

INTERRUTTORE ELETTRONICO

I concetti, fin qui brevemente riportati, in relazione al comportamento elettrico del TRIAC, possono ricevere un ulteriore chiarimento in ordine alla funzione di interruttore elettronico del semiconduttore in esame. Consideriamo quindi uno schema teorico elementare di applicazione,

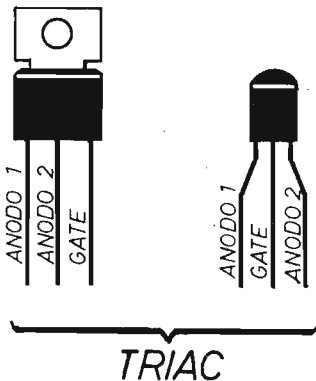



Fig. 6 - Esempi di TRIAC di tipo commerciale molto comuni e perfettamente identici, esteriormente, ai diodi controllati, rispetto ai quali cambiano soltanto le denominazioni degli elettrodi.

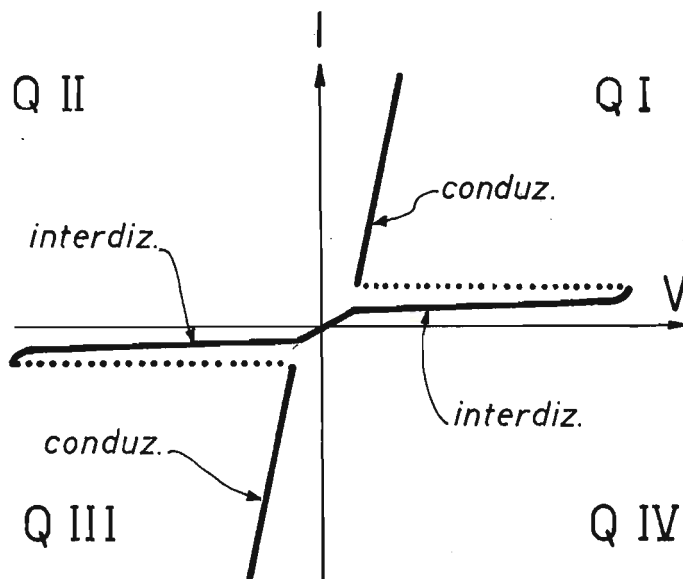



Fig. 7 - Diagramma caratteristico del comportamento del TRIAC, il quale diviene attivo in tutte e quattro le condizioni elettriche verificabili nei quattro quadranti, ma che in pratica viene comunemente utilizzato nei sistemi indicati nei quadranti QI e QIII.

come quello pubblicato in figura 9.
In assenza di impulso di tensione sul gate, che può essere positivo o negativo, il TRIAC non conduce, cioè si comporta come un interruttore aperto e la lampada LP rimane spenta. Applicando invece una piccola tensione, positiva o negativa, sul gate, il TRIAC diventa conduttore, equivalendo ad un interruttore chiuso, che provoca l'accensione della lampada LP. Il componente, dunque, essendo alimentato in tensione alternata, si lascia attraversare da entrambe le semionde, come indica lo schema di figura 10, in virtù della sua struttura interna, corrispondente a quella di due diodi in antiparallelo, ma con l'elettrodo di innesco in comune.
Il TRIAC può essere innescato applicando un impulso di tensione sul suo gate, ma si autoinnesca quando il valore della tensione alternata, applicata sui due anodi, oltrepassa un certo limite, chiamato tensione di breakdown. Facendo poi diminuire la corrente ed aumentare la resistenza di carico, si raggiunge un punto in cui la corrente non è più in grado di mantenere in conduzione il TRIAC.
Il valore minimo della corrente, che può mantenere innescato il semiconduttore, viene comunemente indicato come corrente di Hold, cioè corrente di mantenimento.

CIRCUITO INTERPRETATIVO

Per apprendere dal vivo il comportamento del semiconduttore descritto in questa sede, ovviamente dopo averne assimilato i concetti teorici fondamentali, precedentemente menzionati, si è ritenuto opportuno presentare, a beneficio dei lettori principianti, un circuito sperimentale, applicativo, sicuramente in grado di interpretare il funzionamento del TRIAC.
Consideriamo quindi il progetto di figura 11, il cui piano costruttivo, di semplice ed immediata realizzazione, è pubblicato in figura 12.
Il circuito di figura 11 viene alimentato tramite il trasformatore della tensione di rete, dal valore di 220 V a quello di 12 V, denominato T1, per il quale si può utilizzare un comune trasformatore da campanelli elettrici, della potenza di 5 ÷ 10 W, in condizioni di erogare una corrente di valore compreso fra 0,5 A e 1 A.
La tensione di gate, tramite un rudimentale commutatore (S1), realizzato con una pinzetta a bocca di coccodrillo e collegata al circuito con uno spezzone di filo conduttore flessibile, può essere prelevata direttamente dall'avvolgimento secondario del trasformatore T1 (posizione 1 di S1), da una pila P1 da 4,5 V (posizione 2 di S1), oppure da una seconda pila da 4,5 V, con pola-

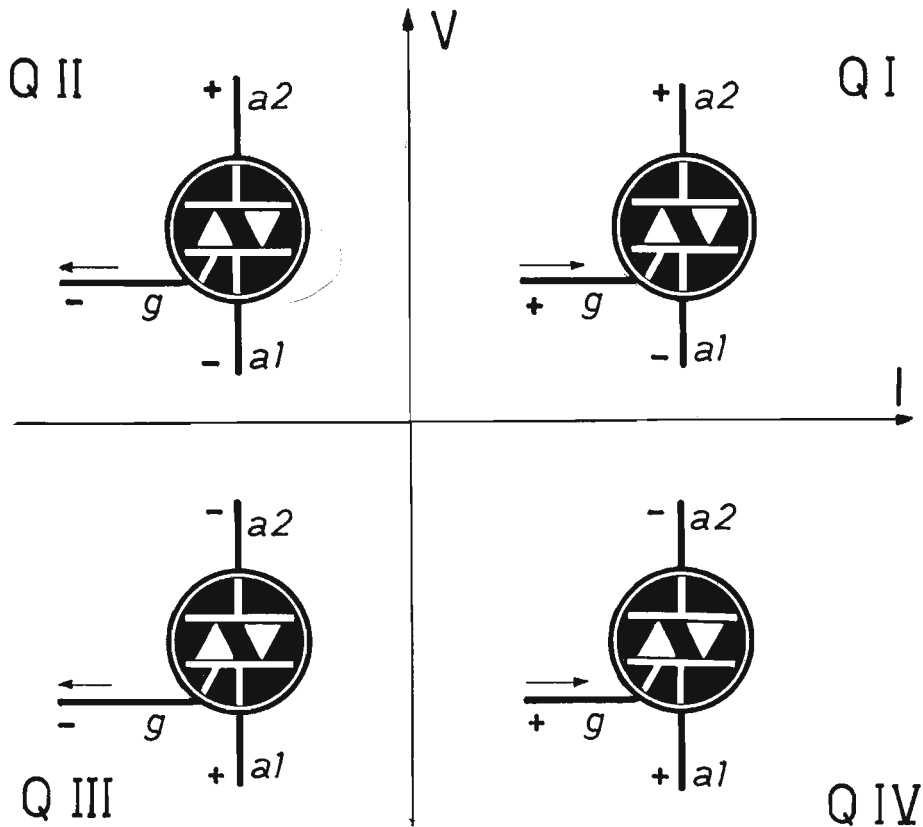



Fig. 8 - Polarità delle tensioni e delle correnti che attivano la conduzione del TRIAC in corrispondenza dei quattro quadranti separati dagli assi del diagramma caratteristico di figura 7.

rità invertite rispetto alla prima (posizione 3 di S1).
I due diodi a semiconduttore D1 - D2 sono rappresentati da altrettanti componenti al silicio di tipo 1N4004, ma collegati in antiparallelo, con lo scopo di favorire il passaggio delle semionde positive (D1) della corrente alternata e di quelle negative (D2).
Le due lampadine, del tipo a pisello, da 12 V - 0,3 A, si accendono in presenza di tensione sui loro terminali.
Il TRIAC, impiegato nell'esperimento è il modello BTA 08-700B, ma questo può essere sostituito con altri tipi similari o diversi, perché tutti possono rendersi utili ai fini sperimentali.

PROVE PRATICHE

Le prove pratiche realizzabili con il circuito di figura 11 sono ovviamente tre e consistono nello spostare la pinzetta coccodrillo, segnalata con S1, sulle successive tre posizioni 1 - 2 - 3.
Nella posizione 1, che è quella indicata in figura 11, l'elettrodo di gate viene eccitato dalla tensione alternata a 12 Vca, la stessa che alimenta le due lampadine LP1 ed LP2, le quali si accendono, confermando la conduttività del TRIAC.
Nella posizione 2, il gate rimane alimentato dalla tensione negativa della pila P1, mentre nella posizione 3 il gate riceve la tensione positiva della pila P2. Ebbene, qualunque sia la posizio-

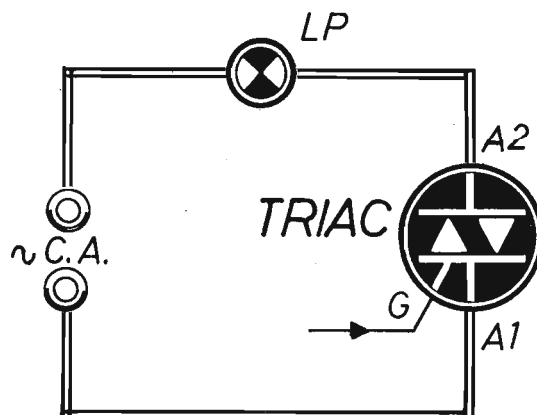



Fig. 9 - Esempio di impiego di un TRIAC, in funzione di interruttore elettronico, in un circuito di accensione di una lampada alimentata in corrente alternata.

ne del commutatore S1, nulla cambia nel funzionamento del circuito di figura 11, perché in tutti e tre i casi le due lampadine si accendono, confermando il flusso di corrente attraverso il TRIAC.
Con questo esperimento si sono dimostrati i seguenti concetti: il TRIAC viene attivato da entrambe le semionde della corrente alternata, sia attraverso il diodo D1, sia attraverso il diodo D2. Dunque, il componente in esame può essere vantaggiosamente impiegato nei circuiti alimentati in tensione alternata. Inoltre, il TRIAC lavora bene sia con tensioni negative sul gate, sia con quelle positive. Infatti, nella posizione 1, il gate viene interessato da una sequenza di onde positive e onde negative, alla nota frequenza di 50 Hz. In pratica tutto avviene come se si commutassero, cinquanta volte al secondo, le due pile P1 e P2.
Si fa presente che, nell'esercizio sperimentale di figura 11, non vengono trattati quei particolari effetti ottenibili con il TRIAC, come ad esem-

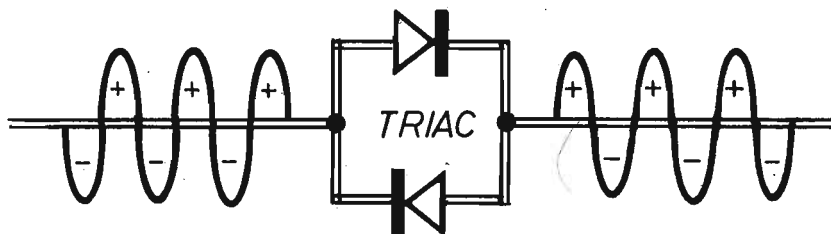



Fig. 10 - Poiché nel TRIAC sono contenuti due diodi collegati in antiparallelo, tutte le semionde, quelle positive e le negative della corrente alternata, attraversano il semiconduttore.

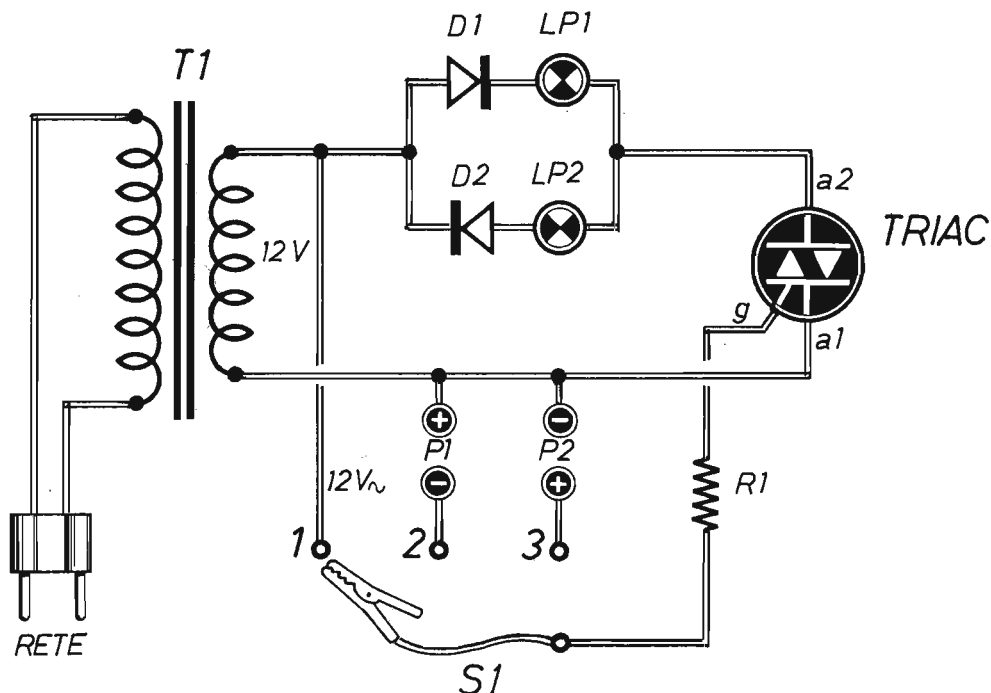



Fig. 11 - Circuito sperimentale di controllo del funzionamento del TRIAC. Le prove consistono nello spostare successivamente, sulle tre diverse posizioni 1 - 2 - 3, il commutatore rudimentale S1, ad una via e tre posizioni, qui rappresentato da una comune pinzetta a bocca di coccodrillo.

COMPONENTI

R1	**= 270 ohm - 1/4 W**	**S1**	**= commutatore (1 via - 3 posiz.)**
D1	**= diodo al silicio (1N4004)**	**TRIAC**	**= BTA 08-700 B**
D2	**= diodo al silicio (1N4004)**	**T1**	**= trasf. (220 Vca - 12 Vca - 1 A)**
LP1	**= lampada-pisello (12 V - 0,3 A)**	**P1**	**= pila (4,5 V)**
LP2	**= lampada-pisello (12 V - 0,3 A)**	**P2**	**= pila (4,5 V)**

pio la variazione di potenza perché questo imporrebbe una trattazione assai lunga, che ci farebbe uscire dai limiti mensilmente fissati per la presente rubrica.

MONTAGGIO

In figura 12 è pubblicato lo schema costruttivo del progetto sperimentale di controllo del funzionamento del TRIAC.

Il montaggio, come è dato a vedere, si realizza su una tavoletta di legno, che funge da elemento di sostegno isolante dei vari componenti.
Se il trasformatore per campanelli adottato è del tipo di quello disegnato nello schema, si tenga presente che l'avvolgimento primario, quello sul quale vanno applicati i conduttori di rete, rimane identificato dai due morsetti situati su uno dei due lati del componente. L'avvolgimento secondario, invece, fa capo a tre morsetti, fra i quali si possono derivare almeno due

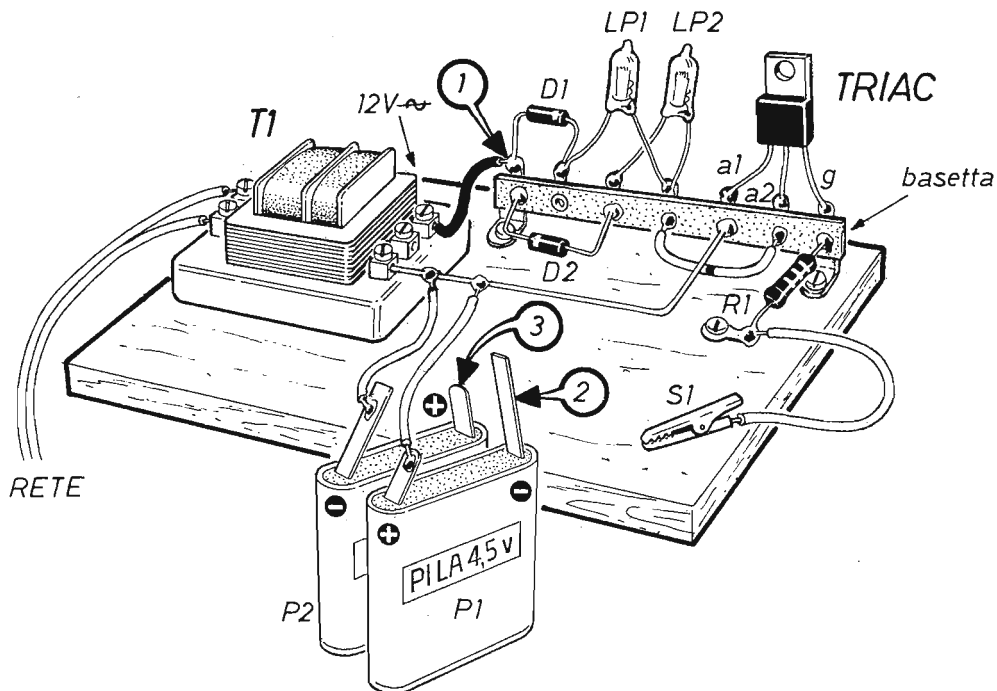
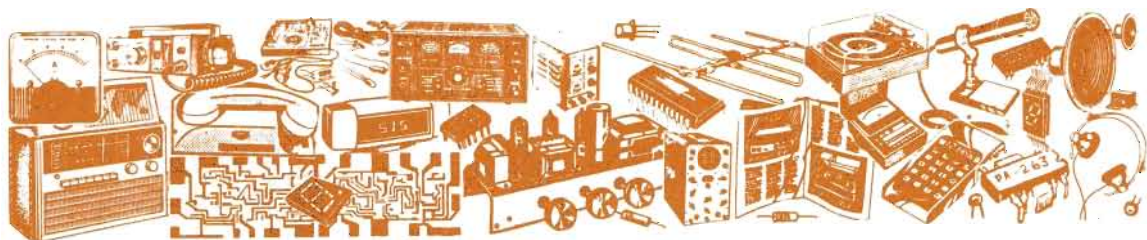



Fig. 12 - Piano costruttivo, eseguito su tavoletta di legno, del dispositivo di controllo sperimentale del funzionamento del TRIAC. La tensione a 12 Vca viene prelevata dai due morsetti estremi fra i tre rappresentativi dei terminali degli avvolgimenti secondari del trasformatore per campanelli.

valori diversi di tensioni alternate: quello a 6 Vca e l'altro a 12 Vca, che è presente sempre fra i due morsetti posti alle due estremità.
La morsettiera a sette ancoraggi agevola il lavoro di cablaggio, rendendolo più razionale, rigido e semplificato.
Naturalmente, per ottenere i risultati prima elencati, non si possono commettere errori circuitali. Per esempio, i due diodi al silicio D1 - D2 debbono essere inseriti in antiparallelo, con le due fascette-guida (anelli) sistemate in posizioni opposte. Anche le due pile debbono rimanere inserite con le polarità chiaramente segnalate nello schema pratico di figura 12. Non sussistono problemi invece per le due lampadine LP1 ed LP2, mentre per il TRIAC occorre distinguere esattamente i tre elettrodi, ovvero conoscere la piedinatura del componente prima del suo inserimento nel circuito.
Trattandosi di un dispositivo alimentato dalla tensione di rete, si raccomanda la massima prudenza durante l'impiego sperimentale del progetto.

VENDITE ACQUISTI PERMUTE

Di questa Rubrica potranno avvalersi tutti quei lettori che sentiranno la necessità di offrire in vendita, ad altri lettori, componenti o apparati elettronici, oppure coloro che vorranno rendere pubblica una richiesta di acquisto od un'offerta di permuta.
Elettronica Pratica non assume alcuna responsabilità su eventuali contestazioni che potessero insorgere fra i signori lettori e sulla natura o veridicità del testo pubblicato. In ogni caso non verranno accettati e, ovviamente, pubblicati, annunci di carattere pubblicitario.
Coloro che vorranno servirsi di questa Rubrica, dovranno contenere il testo nei limiti di 40 parole, scrivendo molto chiaramente (possibilmente in stampatello).

CERCO disk drive Commodore 1570 o 1571 in buone condizioni.
STARITA MICHELE - Via Sicilia, 9 - 09072 CABRAS (Oristano) Tel. (0783) 391565

ESEGUO assemblaggi di circuiti elettronici ed elettromeccanici per ditte o privati.
GIOVAGNOLI GIORGIO - Via Zuccari, 15 - 47031 RANCO SERRAVALLE - Repubblica San Marino Tel. (0549) 900809

CORSO S.R.E. Radio Stereo a transistor + schemari, strumenti, manuali di laboratorio £. 250.000.
GRILLI DAVIDE - Via Oberdan, 7 - 40050 VILLANOVA (Bologna)

VENDO computer Commodore 128 + manuale + registratore + monitor Philips professional 80 colonne (fosfori verdi), il tutto con imballaggio originale a £. 400.000.
ROSSETTO LUCIANO - Via Mazzotto, 7 - 30027 SAN DONA' DI PIAVE (Venezia) Tel (0421) 55079

VENDO valvole usate per TV (b/n) serie: PY88 - PL504 - PCH200 - EF183 - EF80 e altri modelli a £. 2.500 cadauna. In blocco £. 10.000.
CAMPEDEL ROBERTO - Tel. (0437) 640181 dopo le 18

COMPRO a £. 9.000 l'uno Selezione dal Reader's Digest: aprile 1951 - settembre 1953 - marzo 1963 - ottobre 1966 - dicembre 1967 - giugno 1971 - settembre 1978.
COGLIANO ALESSANDRO - Via Bezzecca, 9 - 19100 LA SPEZIA Tel. (0187) 705805

CERCO con urgenza fascicoli o annate intere di Elettronica Pratica, "Primi Passi" e "Pacco del Principiante" dal 1986 al 1990.
LAURITO VINCENZO - Via San Vito, 22/6 - 89020 SINOPOLI (Reggio Calabria) Tel. (0966) 961965 dalle ore 20 in poi

IL SERVIZIO È COMPLETAMENTE GRATUITO

Piccolo mercato del lettore ● Piccolo mercato del lettore

VENDO per IBM XT un joystick con scheda e due bellissimi giochi con istruzioni a sole £. 40.000.
PERIN ELIA - Tel. (049) 9070073 dopo le ore 14

CERCO ricevitori SSRI - BARLOW - Generat. di segnali TF2002 Marconi - Telereader CWR 685. Cerco inoltre radio surplus di ogni tipo anche portatili civili. Acquisto gen. segnali. Triplett 1632 e AN USM 44C. Cedo FT23 nuovo e TH215A Kenwood perfetto, oppure permuto con RX a onde lunghe.
LUCCHESI RINALDO - Via S. Pieretto, 22 - LUCCA (Guamo) Tel. (0583) 947029

LASER di tutti i tipi e potenze (Argon - He - Ne - CO_2 - a diodi laser ecc.) Vendo da 50 mW a 20 W. Luci e fonica per discoteche - scenografie in vetroresina - robot elettronico alto 3 metri. Binocoli infrarossi. Anche noleggio.
Tel. (06) 9408754

CERCO copie di Selezione Pratica (Montuschi) e fascicoli (servizio) del Corso Radio Stereo della Scuola Radio Elettra (copertina blu) 1970.
MONDUZZI IADER - Via Fosse Ardeatine, 10 - 40026 IMOLA (Bologna) Tel. (0542) 41225

MANUALE DEL PRINCIPIANTE ELETTRONICO

L. 20.000

Edito in formato tascabile, a cura della Redazione di Elettronica Pratica, è composto di 128 pagine riccamente illustrate a due colori.

L'opera è il frutto dell'esperienza pluridecennale della redazione e dei collaboratori di questo periodico. E vuol essere un autentico ferro del mestiere da tenere sempre a portata di mano, una sorgente amica di notizie e informazioni, una guida sicura sul banco di lavoro del dilettante.
Il volumetto è di facile e rapida consultazione per principianti, dilettanti e professionisti. Ad esso si ricorre quando si voglia confrontare la esattezza di un dato, la precisione di una formula o le caratteristiche di un componente. E rappresenta pure un libro di testo per i nuovi appassionati di elettronica, che poco o nulla sanno di questa disciplina e non vogliono ulteriormente rinviare il piacere di realizzare i progetti descritti in ogni fascicolo di Elettronica Pratica.
Tra i molti argomenti trattati si possono menzionare:
Il simbolismo elettrico - L'energia elettrica - La tensione e la corrente - La potenza - Le unità di misura - I condensatori - I resistori - I diodi - I transistor - Pratica di laboratorio.
Viene inoltre esposta un'ampia analisi dei principali componenti elettronici, con l'arricchimento di moltissimi suggerimenti pratici che, al dilettante, consentiranno di raggiungere il successo fin dalle prime fasi sperimentali.

Richiedeteci oggi stesso IL MANUALE DEL PRINCIPIANTE ELETTRONICO inviando anticipatamente l'importo di L. 20.000 a mezzo vaglia, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 Milano - Via Zuretti, 52.

CEDO valvole EABC80 - ECC85 - PCF82 (2) - PCF83 - PCF802 - PCC189 - PCL805 (2) PCH200 - PCL84 (2) - PC88 (2) - PL500 - PY83 - DY88 - EF183 (2) - 6TE8 - 6V6 - 6SK7 (2) - PL504 - PY88 - PL95 - 6E5 - 6BA6. Prezzi da concordare.
RAGNINI ENRICO - Via Isonzo, 70/A - 70125 BARI Tel. (080) 363251 ore pranzo

VENDO PC 128 Olivetti con penna ottica, cartucce scriptor e colorpaint più altre utility e giochi in cassette a £. 350.000.
MUNERATO GIANMARIA - Via Spagnolo, 34/B - 45021 BADIA POLESINE (Rovigo) Tel. (0425) 590434

CERCO monitor e unità disco per Commodore 64 in buone condizioni e funzionanti. Pago £. 140.000 il tutto oppure £. 70.000 solo il monitor.
FORTINO LUCA - Via Vienna - 87036 RENDE (Cosenza) Tel. (0984) 837242

VENDO molti programmi per computer Amstrad CPC 464: "sistemone per totocalcio" - "corso di basic" - "data base archivio" - "composizioni musicali programmabili per professionisti e non" ecc. (1 utility in regalo a chi fa almeno tre acquisti).
BORTONE GIACOMO - Via Monte Tricorno, 4 - 81036 SAN CIPRIANO D'AVERSA (Caserta)

VENDO carico fittizio (dummy load) "Cantenna" della Heathkit mod. HN31A - originale USA - nel suo imballo - da montare seguendo facili istruzioni "step-by-step" della Casa - funzion. con olio minerale e per trasformatori (non inclusi). Impedenza 50 ohm - VSWR meno di 1.5 a 450 MHz - Potenza max dissipata 1 KW. Prezzo £. 80.000 franco mio domicilio oppure contrassegno con spese a carico destinatario.
MONTORFANO LUCIANO - Via Don Monti, 22 - 24060 CREDARO (Bergamo)

CERCO cuffie (imp. 2.000 ohm) e condensatori variabili 500 pF.
ANTONIO - Tel. (0376) 79592 ore pasti

VENDO coppia RX-TX portatili - CB - 40 canali Alan 80A come nuovi. Telecamera + videoregistratore portatile e fisso Sharp. Prezzo trattabile.
LETTIERI ANTONIO - Vicolo Gorgo, 15 - 33100 UDINE Tel. (0432) 509932 ore 12 - 15 e 19 - 21

COMPRO riviste Sistema Pratico, Tecnica Pratica, Sistema "A", bollettini Geloso anteguerra, libri Ravalico e Montù. Cerco oscillatore modulato Lael 145 D, oscilloscopio Philips PM3206, Geloso G/208, G/218, G/212, TX 144/432, converter a valvole Geloso, surplus italiano/tedesco, avionica.
CIRCOLO LASER - Casella Postale, 62 - 41049 (Modena)

CERCO, anche in fotocopia, prontuario zoccolature e caratteristiche valvole riceventi e trasmittenti prodotte dal 1948 in poi.
p.i. PAVAN ROBERTO - S. Canciano, 5159a - 30121 VENEZIA Tel. (041) 5221681

VENDO annate 1988 - 1989 + rimanenti 1990 di Elettronica Pratica a £. 30.000 complessive. Dispongo anche del fascicolo di maggio ottobre dicembre 1983 e febbraio giugno 1984 a £. 700 ciascuno.
AMATO CARLO - TORRE ANNUNZIATA (Napoli) Tel. (081) 8614826 ore pasti

DESIDERO contattare utenti Amiga e/o IBM compatibili per scambio di idee e di Software; cerco programmi di grafica, giochi di utility. Inoltre seleziono le offerte più vantaggiose, rispetto al migliore rapporto qualità/prezzo.
TOBY c/o Famiglia SAMMARCO - Corso A. De Gasperi, 16 - 80053 CASTELLAMMARE DI STABIA (Napoli)

ATTREZZATO laboratorio esegue progettazione di circuiti stampati a partire dallo schema. Si preparano master su acetato e telai serigrafici. Si eseguono prototipi e c.s. con fotoincisione e serigrafia con master del cliente.
FRANCESCO - Tel. (080) 9951438

CERCO ditta seria per montaggi di circuiti stampati, kit in genere. Massima serietà e competenza. Lavoro a domicilio. Richiedesi solo adeguata retribuzione e massima serietà.
FASCIA ANTONIO - Via Smaldone Parco Fiori, 3 A - 71100 FOGGIA Tel. (0881) 88158

PER I VOSTRI INSERTI

I signori lettori che intendono avvalersi della Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute » sono invitati ad utilizzare il presente tagliando.

TESTO (scrivere a macchina o in stampatello)

____

____

____

____

____

____

Inserite il tagliando in una busta e spedite a:

ELETTRONICA PRATICA

- Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute »
Via Zuretti, 52 - MILANO.

LA POSTA DEL LETTORE

Tutti possono scriverci, abbonati o no, rivolgendoci quesiti tecnici inerenti a vari argomenti presentati sulla rivista. Risponderemo nei limiti del possibile su questa rubrica, senza accordare preferenza a chicchessia, ma scegliendo, di volta in volta, quelle domande che ci saranno sembrate più interessanti. La regola ci vieta di rispondere privatamente o di inviare progetti esclusivamente concepiti ad uso di un solo lettore.

LACUNE INCOLMABILI

Nella mia veste di assiduo lettore ed abbonato a Elettronica Pratica, mi permetto di rilevare una lacuna tecnico-didattica finora rimasta incolmata nel periodico: l'assenza delle formule di calcolo dei valori capacitivi dei condensatori. Cito, ad esempio, il fascicolo di giugno 1985, nel quale è pubblicato il progetto di un alimentatore da rete con condensatore di "caduta", di cui sono esposte le relative formule per il calcolo della reattanza, mentre per i condensatori con funzioni di livellamento ed antidisturbo è menzionata la sola capacità, impedendo così all'operatore di adattare il circuito ad altre esigenze applicative, con superiori correnti massimali in uscita.

PIRASTRU GAVINANGELO
Sassari

Il problema da lei sollevato supera i limiti teorico-didattici in cui, mensilmente, si articola la materia trattata nel nostro periodico. Che deve rimanere inserito fra quei confini, accettati dalla maggior parte dei lettori, che ci impediscono di addentrarci, con più rigore, in ogni esposizione teorica. Soltanto di rado, invece, i redattori si concedono alcune occasionali evasioni, mirate a proiettare l'appassionato di elettronica verso argomenti maggiormente esaurienti, da approfondire solamente sui libri di testo o, comunque, scientifici. Come si può facilmente intendere anche attraverso l'esempio da lei citato e nel quale l'elemento focale è costituito dal condensatore C1, senza concedere spazio al calcolo di C3 - C4 - C5 - C6. Perché questi componenti svolgono il compito di sopprimere i disturbi, con valori capacitivi che dipendono da troppe variabili, di cui fondamentale è la frequenza e per i quali si dovrebbero applicare formule estremamente complesse, certamente ricusabili dai principianti. Le basti pensare che, noi stessi, abbiamo prescritto quei valori appellandoci, principalmente all'esperienza e ad alcune valutazioni oscillografiche, oltre che, ovviamente, ad altre osservazioni strumentali. Tuttavia, per completare la nostra risposta, le ricordiamo che, nei circuiti di amplificazione di bassa frequenza, i condensatori debbono rimanere caratterizzati da una reattanza molto bassa, alla frequenza in gioco inferiore, per esempio a 25 Hz. Viceversa, in un amplificatore a radiofrequenza, conviene considerare il valore minimo di frequenza in fase di impiego dell'apparato. Pertanto, in un dispositivo operante fra 1 MHz e 30 MHz, la reattanza dei condensatori deve essere calcolata a 1 MHz e non a 30 MHz. Ma questo sembra un discorso assai semplice, che non risolve certamente i suoi problemi, i quali trovano risposta in altre sedi, che nulla hanno a che vedere con l'elettronica intesa come hobby ricreativo.

LA VALVOLA 6AT6

A scopo sperimentale, vorrei realizzare uno stadio amplificatore di bassa frequenza pilotato da una valvola elettronica tipo 6AT6.

MIGONE FERNANDO
Savona

Un tempo, questa valvola veniva impiegata nei circuiti dei ricevitori radio in veste di rivelatrice e preamplificatrice BF. Ma per i suoi esperimenti può costruire il semplice circuito qui pubblicato.

Condensatori

C1 = 100.000 pF
C2 = 10 µF - 25 Vl (elettrolitico)
C3 = 2.200 pF
C4 = 8 µF - 250 Vl (elettrolitico)

Resistenze

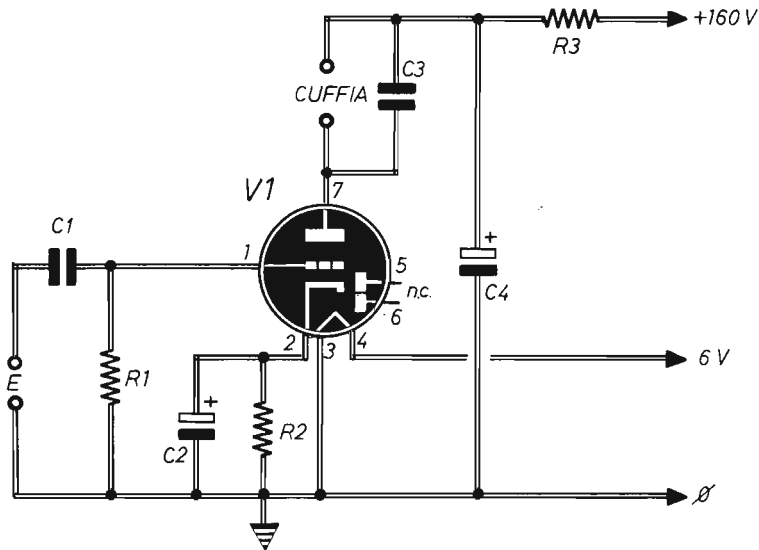
R1 = 1 megaohm - 1/4 W
R2 = 330 ohm - 1/2 W
R3 = 1.000 ohm - 1 W

SATELLITI TV

Da un quotidiano locale ho appreso la notizia che i satelliti TV trasmetteranno in banda X e Ku, abbandonando le attuali fasi sperimentali nelle bande L ed S. Quale significato assumono le sigle citate?

SALA SALVATORE
Perugia

Le bande di frequenza sono state suddivise, relativamente alle loro particolari caratteristiche di funzionamento, nel seguente ordine:

Sigla banda	Gamma frequenza
HF	3 - 30 MHz
VHF	30 - 300 MHz
UHF	300 - 1000 MHz
L	1000 - 2000 MHz
S	2000 - 4000 MHz
C	4000 - 8000 MHz
X	8000 - 12,000 MHz
Ku	12 - 18 GHz
K	18 - 27 GHz
Ka	27 - 40 GHz
mm	40 - 300 GHz

Varie

V1 = 6AT6
Cuffia = 600 ÷ 4.000 ohm

Alim. anodica = 160 Vcc - 10 mA
Alim. fil. = 6 Vca - 150 mA
Massa = comune

AMPLIFICATORE CON TBA 810

Con l'integrato TBA 810 vorrei realizzare un amplificatore di bassa frequenza. Potete pubblicare il circuito utilizzatore?

ROCCIA IVANO
Catanzaro

Si ricordi di collegare a massa le due alette di raffreddamento dell'IC che, per impieghi gravosi, debbono essere saldate su un dissipatore di rame sottile, dello spessore di 0,5 mm e di superficie 20 cm² circa. Il condensatore C8 deve rimanere collegato in prossimità del piedino 1 di IC. Per l'inserimento dei segnali d'entrata utilizzi cavo schermato, ricordando che la potenza disponibile all'uscita è di 6 W con l'alimentazione di 14 Vcc.

Condensatori

C1 = 1 µF (non polarizzato)
C2 = 470 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C3 = 100 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C4 = 6.800 pF
C5 = 1.000 pF
C6 = 100 µF - 24 Vl (elettrolitico)
C7 = 1.000 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C8 = 100.000 pF
C9 = 100 µF - 36 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 100.000 ohm - 1/4 W
R2 = 47.000 ohm - 1/4 W
R3 = 47 ohm - 1/4 W

Varie

IC = TBA 810
AP = 8 ohm - 6 W
Vcc = 14 Vcc

OMISSIS

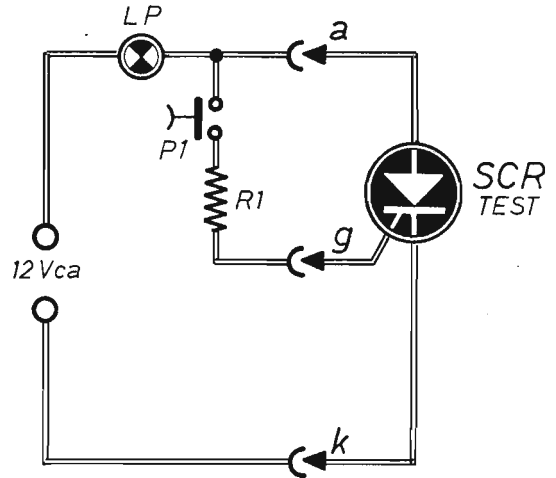
Nell'elenco componenti, relativo al progetto del tester logico, pubblicato a pagina 682 del fascicolo di dicembre dello scorso anno, è stato involontariamente omesso il valore resistivo del componente R9, che vale esattamente 3.300 ohm - 1/8 W.

1
8
4
I C
12
6
7
9
10
5
R3
C8
C9
C1
R1
C2
R2
C3
C6
C7
C5
C4
E
AP
RADIAT.
VCC

CONTROLLO DEGLI SCR

Avendo acquistato una partita di diodi controllati SCR, presso un mercato delle occasioni, vorrei conoscere un metodo rapido, ma sicuro, per accertarne la funzionalità.

CAVUTO ENZO
Treviso

Realizzi questo semplice dispositivo, nel quale l'accensione della lampada LP analizza lo stato dell'SCR in prova. Se la LP non si accende, il componente è fuori uso, se rimane sempre accesa a piena luce, il diodo deve ritenersi in cortocircuito. Se l'illuminazione avviene al 50%, l'SCR è da considerarsi buono.

R1 = 1.000 ohm - 1 W
LP = lampada (12 V - 5 W)
P1 = pulsante (normal. aperto)
ALIM. = 12 Vca

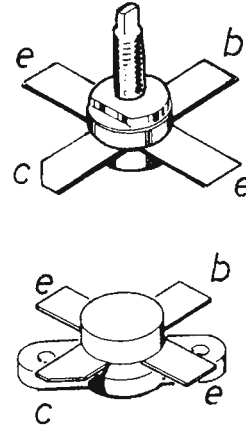
TRANSISTOR MRF 449

Gradirei conoscere caratteristiche e piedinatura del transistor per radiofrequenza modello MRF 449.

CELLA MICHELE
Benevento

Queste sono le grandezze elettriche che caratterizzano il transistor citato, che è molto noto nel mondo degli hobbysti:

Valim.	=	*13,6 V*
Max. freq.	=	*30 MHz*
Max. guadagno	=	*12 dB*

La massima potenza d'uscita dipende dal pilotaggio, dalla Vcc e dalla frequenza. Ma il valore tipico si aggira intorno ai 30 W output, con 0,75 W di pilotaggio e 12 Vcc di alimentazione. Con 2 W input e 14 Vcc si raggiungono i 65 W a 30 MHz.

Il semiconduttore è attualmente reperibile in due contenitori, quelli qui riportati.

RELÈ A SFIORAMENTO

Immagino, che nella vostra produzione tecnico-editoriale, il progetto di un relè a tocco sia stato più volte pubblicato. Vi prego quindi di consigliarmi verso quale fascicolo arretrato posso rivolgermi.

GIUFFRIDA NICOLANGELO
Orvieto

Pensiamo di risolvere assai più rapidamente il problema pubblicando un ulteriore circuito del tipo richiestoci. Nel quale, il sensore S è rappresentato da una piastra metallica quadrata, delle dimensioni di 2 cm x 2 cm o 3 cm x 3 cm, a seconda del tipo di impiego. Con R2 si regola il tempo di eccitazione del relè RL.

Condensatori

C1 = 50.000 pF
C2 = 1 µF (non polarizz.)

Resistenze

R1 = 2,2 megaohm - 1/4 W
R2 = 10 megaohm (trimmer)
R3 = 100.000 ohm - 1/4 W

Varie

IC = 555
S = piastra-sensore
RL = relè (12 Vcc - 330 ohm)
D1 = diodo al silicio (1N4004)
VCC = 12 Vcc

R2
R1
R3
4
8
6
7
2
1
3
IC
C1
C2
Vcc
RL
D1
S

offerta speciale!

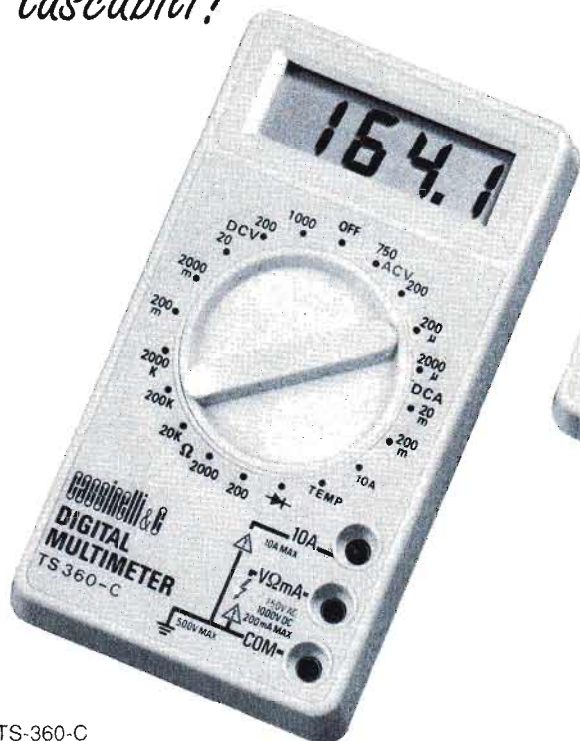
NUOVO PACCO DEL PRINCIPIANTE

Una collezione di dieci fascicoli arretrati accuratamente selezionati fra quelli che hanno riscosso il maggior successo nel tempo passato.

L. 15.000

Per agevolare l'opera di chi, per la prima volta è impegnato nella ricerca degli elementi didattici introduttivi di questa affascinante disciplina che è l'elettronica del tempo libero, abbiamo approntato un insieme di riviste che, acquistate separatamente verrebbero a costare L.5.000 ciascuna, ma che in un blocco unico, anziché L.50.000, si possono avere per sole L. 15.000.

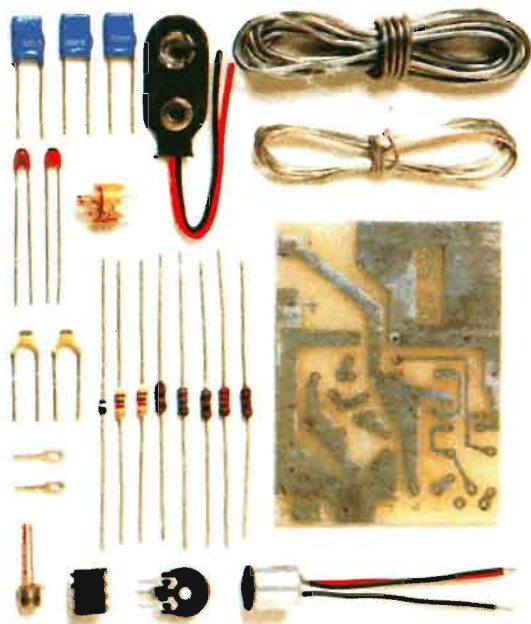
Richiedeteci oggi stesso IL PACCO DEL PRINCIPIANTE inviando anticipatamente l'importo di L. 15.000 a mezzo vaglia postale, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

STRUMENTI DI MISURA

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

MICROTRASMETTITORE FM 52 MHz ÷ 158 MHz

IN SCATOLA DI MONTAGGIO
L. 24.000

Funziona anche senza antenna. È dotato di eccezionale sensibilità. Può fungere da radiomicrofono e microspia.

L'originalità di questo microtrasmettitore, di dimensioni tascabili, si ravvisa nella particolare estensione della gamma di emissione, che può uscire da quella commerciale, attualmente troppo affollata e priva di spazi liberi.

CARATTERISTICHE

EMISSIONE	: FM
GAMME DI LAVORO	: 52 MHz ÷ 158 MHz
ALIMENTAZIONE	: 9 Vcc ÷ 15 Vcc
ASSORBIMENTO	: 5 mA con alim. 9 Vcc
POTENZA D'USCITA	: 10 mW ÷ 50 mW
SENSIBILITÀ	: regolabile
BOBINE OSCILL.	: intercambiabili
DIMENSIONI	: 6,5 cm × 5 cm

La scatola di montaggio del microtrasmettitore, nella quale sono contenuti tutti gli elementi riprodotti qui sopra, costa L. 24.000. Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 intestato a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.